



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08292423 A**(43) Date of publication of application: **05.11.96**

(51) Int. Cl. **G02F 1/1333**
G02F 1/1333
G02F 1/1335
G02F 1/1337
G02F 1/1343
G02F 1/136

(21) Application number: **07149256**(22) Date of filing: **15.06.95**

(30) Priority: **14.10.94 JP 06249595**
23.02.95 JP 07 35759

(71) Applicant: **SHARP CORP**

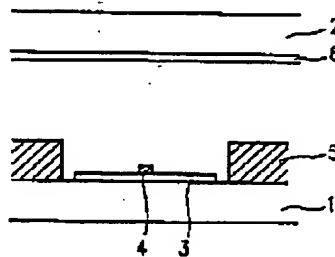
(72) Inventor: **HORIE WATARU**
OKAMOTO MASAYUKI
YAMAHARA MOTOHIRO
SHIOMI MAKOTO
YAMADA NOBUAKI
KANZAKI SHUICHI

(54) LIQUID CRYSTAL ELEMENT AND ITS PRODUCTION**(57) Abstract:**

PURPOSE: To improve the dependency of a liquid crystal display element on visual angles and to lessen the rough feel of display.

CONSTITUTION: Picture element electrodes 3 formed on a glass substrate 1 are provided with projecting parts 4 in their central parts and are provided with first walls 5 so as to enclose these picture elements. A glass substrate 2 is provided with a counter electrode 6. Liquid crystal regions are formed in correspondence to the respective picture element regions by high-polymer walls between the substrates 1 and 2. The liquid crystal molecules in the respective liquid crystal regions are radially oriented with the parts near the projecting parts 4 as an axis perpendicular to the substrate.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 8-292423

(43) 公開日 平成 8 年 (1996) 11 月 5 日

(51) Int. Cl. °	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F	1/1333		G 0 2 F	1/1333
		5 0 0		5 0 0
	1/1335	5 0 5		1/1335 5 0 5
	1/1337	5 0 0		1/1337 5 0 0
	1/1343			1/1343
審査請求 未請求 請求項の数 2 5			O L	(全 2 5 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平 7-149256

(22) 出願日 平成 7 年 (1995) 6 月 15 日

(31) 優先権主張番号 特願平 6-249595

(32) 優先日 平 6 (1994) 10 月 14 日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平 7-35759

(32) 優先日 平 7 (1995) 2 月 23 日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町 22 番 22 号

(72) 発明者 堀江 亘

大阪府大阪市阿倍野区長池町 22 番 22 号 シ
ャープ株式会社内

(72) 発明者 岡本 正之

大阪府大阪市阿倍野区長池町 22 番 22 号 シ
ャープ株式会社内

(72) 発明者 山原 基裕

大阪府大阪市阿倍野区長池町 22 番 22 号 シ
ャープ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 山本 秀策

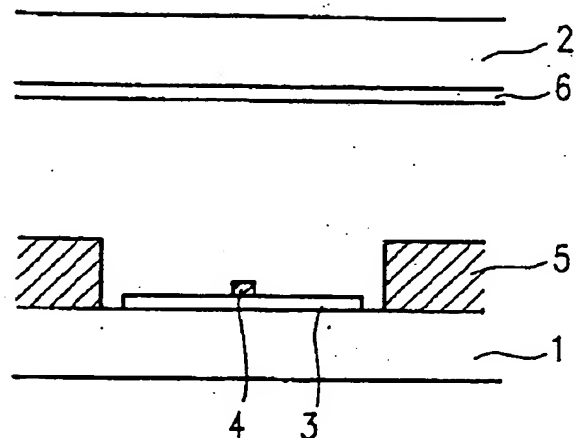
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 液晶表示素子の視角依存性を改善すると共に、表示のざらつきを低減する。

【構成】 ガラス基板 1 上に設けられた絵素電極 3 の中央部に凸部 4 が設けられ、各絵素を囲むように第 1 の壁 5 が設けられている。ガラス基板 2 上には対向電極 6 が設けられている。基板 1、2 の間には、高分子壁により囲まれた液晶領域が各絵素領域に対応して形成され、各液晶領域において、液晶分子は凸部 4 近傍を基板に垂直な軸として放射状に配向している。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対向する一対の電極基板間に、高分子壁と該高分子壁に囲まれた液晶領域とが挟持された液晶素子において、

該一対の電極基板の少なくとも一方の該液晶領域側表面に凹部および凸部の少なくとも一方が設けられ、該液晶領域内で液晶分子が該凹部および凸部の少なくとも一方の近傍を該電極基板に垂直な軸部として軸対称状に配向している液晶素子。

【請求項 2】 対向する一対の電極基板間に、高分子壁と該高分子壁に囲まれた液晶領域とが挟持された液晶素子において、

該一対の電極基板の少なくとも一方の該液晶領域側表面に柱部が設けられ、該液晶領域内で液晶分子が該柱部近傍を該電極基板に垂直な軸部として軸対称状に配向している液晶素子。

【請求項 3】 対向する一対の電極基板間に、高分子壁と該高分子壁に囲まれた液晶領域とが挟持された液晶素子において、

該一対の電極基板の少なくとも一方の電極基板の該液晶領域側表面に凹部および凸部の少なくとも一方が設けられ、該液晶領域内で液晶分子が該凹部および凸部の少なくとも一方の近傍を該電極基板に垂直な軸部として軸対称状に配向しており、

該一対の電極基板のうち少なくとも一方の電極基板の対向側表面が平坦化された樹脂部を設けた液晶素子。

【請求項 4】 対向する一対の電極基板間に、高分子壁と該高分子壁に囲まれた液晶領域とが挟持された液晶素子において、

該一対の電極基板の少なくとも一方の電極基板の該液晶領域側表面に柱部が設けられ、該液晶領域内で液晶分子が該柱部近傍を該電極基板に垂直な軸部として軸対称状に配向しており、

該一対の電極基板の少なくとも一方の電極基板対向側表面に平坦化された樹脂部を設けた液晶素子。

【請求項 5】 前記少なくとも一方の電極基板にカラーフィルターが設けられ、前記樹脂部は、該カラーフィルターを形成した基板の絵素領域以外の凹部が樹脂で埋められて平坦化されている請求項 3 または 4 記載の液晶素子。

【請求項 6】 前記少なくとも一方の電極基板に、電極に駆動電圧を印加することにより液晶を駆動するアクティブ駆動素子を設け、前記樹脂部は、該アクティブ駆動素子および該アクティブ駆動素子の配線を樹脂で覆って平坦化している請求項 3 または 4 記載の液晶素子。

【請求項 7】 前記凹部および凸部の少なくとも一方は垂直配向性材料で形成されている請求項 1 または 3 記載の液晶素子。

【請求項 8】 前記液晶領域が絵素を分断する複数の液晶ドメインからなり、該複数の液晶ドメインの外周部に

高分子壁が形成されている請求項 1 から 4 のうちいずれかに記載の液晶素子。

【請求項 9】 前記高分子壁中に少なくとも有色の添加剤が含まれている請求項 8 記載の液晶素子。

【請求項 10】 前記液晶分子の配向の対称軸付近を中心として、凹凸部が軸対称的におよび／または連続的に形成されている請求項 1 または 3 記載の液晶素子。

【請求項 11】 前記液晶分子の対称軸付近に、前記一対の電極基板の電極間距離が互いに異なる領域が存在する請求項 1 から 4 のうちいずれかに記載の液晶素子。

【請求項 12】 前記一対の基板の少なくとも一方の液晶領域側表面に、該液晶領域または液晶ドメインを囲むように第 1 の壁が設けられ、該第 1 の壁の高さ H と前記凸部の高さ h とが $H > h$ である請求項 1 または 3 記載の液晶素子。

【請求項 13】 対向する一対の電極基板間に、高分子壁と該高分子壁に囲まれた液晶領域が挟持された液晶素子において、

該一対の電極基板の少なくとも一方の該液晶領域側表面に、軸対称状の配向軸を有する高分子からなる配向膜が形成され、絵素内で液晶分子が凹部および凸部の少なくとも一方の近傍を基板に垂直な軸部として軸対称状に配向している液晶素子。

【請求項 14】 前記少なくとも一方の電極基板はカラーフィルターを有し、該カラーフィルターは複数の絵素に対応した複数のカラーフィルター部を有し、該カラーフィルター部の前記液晶領域側表面に前記凹部が設けられている請求項 1 記載の液晶素子。

【請求項 15】 前記少なくとも一方の電極基板は、前記複数のカラーフィルター部の間に形成された凸状壁、該複数のカラーフィルター部と該凸状壁とを覆うオーバーコート層とを有する請求項 14 記載の液晶素子。

【請求項 16】 前記凸状壁は遮光性を有する請求項 15 に記載の液晶素子。

【請求項 17】 一対の電極基板の少なくとも一方に第 1 の壁を形成すると共に、該第 1 の壁に囲まれた領域の略中央部に凹部および凸部の少なくとも一方を形成し、または該第 1 の壁に囲まれた領域の略中央部に凹部および凸部の少なくとも一方を有する配向膜を形成し、両電極基板を対向させてセルを作製する工程と、該セル中に、少なくとも液晶と硬化性樹脂とを含む混合物を注入する工程と、

該混合物の均一化温度以上の温度で硬化性樹脂を硬化させ、液晶と高分子とを相分離させる工程とを含む液晶素子の製造方法。

【請求項 18】 一対の電極基板の少なくとも一方に第 1 の壁を形成すると共に、該第 1 の壁に囲まれた領域の略中央部に凹部および凸部の少なくとも一方を形成し、または該第 1 の壁に囲まれた領域の略中央部に凹部および凸部の少なくとも一方を有する配向膜を形成し、両電

極基板を対向させてセルを作製する工程と、
該セル中に、少なくとも液晶と硬化性樹脂とを含む混合物を注入する工程と、

該混合物の均一化温度まで該混合物を加熱後、徐冷して液晶と硬化性樹脂とに相分離させてから硬化性樹脂を硬化させる工程とを含む液晶素子の製造方法。

【請求項 19】 一対の電極基板の少なくとも一方に第 1 の壁を形成すると共に、該第 1 の壁に囲まれた領域の略中央部に、垂直配向性材料よりなる凹部および凸部の少なくとも一方を形成し、両電極基板を対向させてセルを作製する工程と、

該セル中に、少なくとも液晶と硬化性樹脂とを含む混合物を注入する工程と、

該混合物の均一化温度まで該混合物を加熱後、露光により硬化性樹脂を硬化させてから徐冷する工程とを含む液晶素子の製造方法。

【請求項 20】 一対の電極基板の少なくとも一方に第 1 の壁を形成すると共に、該第 1 の壁に囲まれた領域内で 2 種類以上の高分子材料を含む混合材料を相分離させて軸対称状の配向軸を有する配向膜を形成し、両電極基板を対向させてセルを作製する工程と、

該セル中に、少なくとも液晶と硬化性樹脂とを含む混合物を注入する工程と、

該混合物の均一化温度以上の温度で硬化性樹脂を硬化させ、液晶と高分子とを相分離させる工程とを含む液晶素子の製造方法。

【請求項 21】 一対の電極基板の少なくとも一方に第 1 の壁を形成すると共に、該第 1 の壁に囲まれた領域内で 2 種類以上の高分子材料を含む混合材料を相分離させて軸対称状の配向軸を有する配向膜を形成し、両電極基板を対向させてセルを作製する工程と、

該セル中に、少なくとも液晶と硬化性樹脂とを含む混合物を注入する工程と、

該混合物の均一化温度まで該混合物を加熱後、徐冷して液晶と硬化性樹脂とに相分離させてから硬化性樹脂を硬化させる工程とを含む液晶素子の製造方法。

【請求項 22】 前記セルに電圧および磁場の少なくとも一方を印加しながら硬化性樹脂を硬化させる請求項 17 から 21 のうちのいずれかに記載の液晶素子の製造方法。

【請求項 23】 前記一対の電極基板の一方は、該電極基板の電極に電圧を印加することにより液晶を駆動するアクティブ駆動素子を有し、前記硬化性樹脂の硬化工程において、該アクティブ駆動素子に印加されるゲート駆動信号電圧が、該アクティブ駆動素子に印加されるソース駆動信号電圧に同期し、かつ該ゲート駆動信号電圧のパルス幅は該ソース駆動信号電圧の周期の 2 分の 1 以下である請求項 22 に記載の液晶素子の製造方法。

【請求項 24】 対向する一対の電極基板間に、高分子壁と該高分子壁に囲まれた液晶領域とが挟持された液晶

素子の製造方法であって、前記一対の電極基板の少なくとも一方は、

基板の表面に複数のカラーフィルター部を形成する工程と、

該カラーフィルター部の間に凸状壁を形成する工程と、
該複数のカラーフィルター部と該凸状壁とを覆うオーバーコート層を形成し、該複数のカラーフィルター部の液晶領域側に凹部を形成する工程と、

を含む製造方法によって製造される液晶素子の製造方法。

【請求項 25】 前記凹部を形成する工程は、前記複数のカラーフィルター部を覆うようにレジストを塗布する工程と、

該レジストを露光および現像することによって、該複数のカラーフィルター部の間に該凸状壁を形成する工程と、を包含する請求項 24 に記載の液晶素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、多人数で見る携帯情報端末、パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、アミューズメント機器、テレビジョン装置などの平面ディスプレイ、シャッター効果を利用した表示板、窓、扉、壁などに用いることができる液晶素子およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電気光学効果を利用した液晶表示素子などの液晶素子としてネマティック液晶を用いた TN（ツイステッドネマティック）型、STN（スーパーツイステッドネマティック）型などが実用化されている。これらは偏光板を要し、配向処理を必要とするものである。これらの液晶表示素子などの液晶素子は初期配向状態においてプレチルト角を有しており、図 22

(b) に示すようにセルに電圧を印加した時に液晶分子が同方向に立ち上がる。このため、異なる視角 A および視角 B から観察者がセルを観察した場合、液晶分子の見かけ上の屈折率が変化して表示のコントラストが変化し、さらに、中間調状態では視角によりコントラストの反転現象などが生じるなど、表示品位が著しく低下する。

【0003】一方、偏光板を要さず液晶の散乱を利用したのものとしては、動的散乱 (DS) 効果および相転移 (PC) 効果などがある。

【0004】最近、偏光板を要さず、しかも配向処理を不要としたものとして、液晶の複屈折を利用し、透明または白濁状態を電氣的にコントロールする方法が提案されている。この方法は、基本的には液晶分子の常光屈折率と支持媒体の屈折率とを一致させ、電圧を印加して液晶分子の配向が揃うときに透明状態を表示し、電圧無印加時には液晶分子の配向の乱れによる光散乱状態の白濁

状態を表示するものである。

【0005】このような方法として、特表昭58-501631号公報には液晶をポリマーカプセルに包含させる方法が開示され、特表昭61-502128号公報には液晶と光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂とを混合して樹脂を硬化させることにより液晶を析出させて樹脂中に液晶滴を形成させる方法が開示されている。これらは高分子分散型液晶表示素子と称されている。

【0006】また、偏光板を用いて液晶セルの視角特性を改善する方法として、特開平4-338923号公報および特開平4-212928号公報には上記高分子分散型液晶表示素子を直交偏光板中に挟んだ素子が開示されている。この素子は、視野角特性を改善する効果が大いだが、原理的に散乱による偏光解消を利用しているために明さがTNモードに比べて1/2と低く、利用価値が低い。

【0007】さらに、特開平5-27242号公報には、液晶分子の配向状態を高分子の壁や突起物で乱してランダムドメインを作製し、視野角特性を改善する方法が開示されている。しかし、この方法ではドメインがランダムで、かつ、絵素部分にも高分子材料が入り込むので電圧無印加時の光線透過率が低い。また、液晶ドメイン間のディスクリネーションラインがランダムに発生し、電圧印加時においても消滅しないので電圧印加時の黒レベルが低い。これらの理由により、この液晶表示素子などの液晶素子はコントラストが低いものになる。

【0008】また、本発明者等は、特開平6-301015号公報や特願平5-199285号において、図22(a)に示すように液晶分子を放射状または同心円状(タンジェンシャル状)などの軸対称状に配向させることにより視角特性を著しく改善した液晶表示素子を提案している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】上記の液晶表示素子などの液晶素子では、視角特性を著しく改善することができるが、基板上のレジストの残渣や基板上の傷など、不確定な要因の影響によるものと思われる配向状態の乱れが観測される。この場合、液晶分子の配向の対称軸が傾き、また、軸位置がずれた図23の偏光顕微鏡写真のような配向状態図となる。この場合、視角を変化させて液晶素子を観察すると、1絵素内で視角方向(黒く見える部分)となる領域の面積が多くなり、他の絵素と平均的な透過率に差が生じて全体的に表示のざらつきとして観察される。したがって、この液晶素子においては、液晶分子の配向の対称軸を厳密に制御する必要がある。

【0010】さらに、製造上より容易に軸対称の配向状態を作製するために、この配向状態を安定化させることが必要になってくる。この軸対称配向を乱す原因として基板上の表面自由エネルギーの不均一性が挙げられる。

【0011】本発明は、上記従来の問題を解決するもの

で、液晶分子の配向を軸対称状にすることにより視角依存性を改善でき、その対称軸を制御して表示のざらつきを低減することができる液晶素子およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の液晶素子は、対向する一対の電極基板間に、高分子壁と該高分子壁に囲まれた液晶領域とが挟持された液晶素子において、該一対の電極基板の少なくとも一方の該液晶領域側表面に凹部および凸部の少なくとも一方が設けられ、該液晶領域内で液晶分子が該凹部および凸部の少なくとも一方の近傍を該電極基板に垂直な軸部として軸対称状に配向しており、そのことによって上記目的が達成される。

【0013】また、本発明の液晶素子は、対向する一対の電極基板間に、高分子壁と該高分子壁に囲まれた液晶領域とが挟持された液晶素子において、該一対の電極基板の少なくとも一方の該液晶領域側表面に柱部が設けられ、該液晶領域内で液晶分子が該柱部近傍を該電極基板に垂直な軸部として軸対称状に配向しており、そのことによって上記目的が達成される。

【0014】さらに、本発明の液晶素子は、対向する一対の電極基板間に、高分子壁と該高分子壁に囲まれた液晶領域とが挟持された液晶素子において、該一対の電極基板の少なくとも一方の電極基板の該液晶領域側表面に凹部および凸部の少なくとも一方が設けられ、該液晶領域内で液晶分子が該凹部および凸部の少なくとも一方の近傍を該電極基板に垂直な軸部として軸対称状に配向しており、該一対の電極基板のうち少なくとも一方の電極基板の対向側表面が平坦化された樹脂部を設けたものであり、そのことによって上記目的が達成される。

【0015】さらに、本発明の液晶素子は、対向する一対の電極基板間に、高分子壁と該高分子壁に囲まれた液晶領域とが挟持された液晶素子において、該一対の電極基板の少なくとも一方の電極基板の該液晶領域側表面に柱部が設けられ、該液晶領域内で液晶分子が該柱部近傍を該電極基板に垂直な軸部として軸対称状に配向しており、該一対の電極基板の少なくとも一方の電極基板対向側表面に平坦化された樹脂部を設けたものであり、そのことによって上記目的が達成される。

【0016】この平坦化される電極基板としては、例えばマトリクス型LCD用基板、カラーフィルタ付き基板、アクティブ素子付き基板、およびストライプ電極付き基板などである。

【0017】前記少なくとも一方の電極基板にカラーフィルターが設けられ、前記樹脂部は、該カラーフィルターを形成した基板の絵素領域以外の凹部が樹脂で埋められて平坦化されてもよい。

【0018】前記少なくとも一方の電極基板に、電極に駆動電圧を印加することにより液晶を駆動するアクティブ駆動素子を設け、前記樹脂部は、該アクティブ駆動素

子および該アクティブ駆動素子の配線を樹脂で覆って平坦化してもよい。

【0019】前記凹部および凸部の少なくとも一方は垂直配向性材料で形成されてもよい。前記液晶領域が絵素を分断する複数の液晶ドメインからなり、該複数の液晶ドメインの外周部に高分子壁が形成されてもよい。

【0020】前記高分子壁中に少なくとも有色の添加剤が含まれてもよい。

【0021】前記液晶分子の配向の対称軸付近を中心として、凹凸部が軸対称的に形成された凹凸部および連続的に形成された凹凸部の少なくとも一方を有してもよい。

【0022】前記液晶分子の対称軸付近に、前記一对の電極基板の電極間距離が互いに異なる領域が存在してもよい。

【0023】前記一对の基板の少なくとも一方の液晶領域側表面に、該液晶領域または液晶ドメインを囲むように第1の壁が設けられ、該第1の壁の高さHと前記凸部の高さhとが $H > h$ であってもよい。

【0024】さらに、本発明の液晶素子は、対向する一对の電極基板間に、高分子壁と該高分子壁に囲まれた液晶領域が挟持された液晶素子において、該一对の電極基板の少なくとも一方の該液晶領域側表面に、軸対称状の配向軸を有する高分子からなる配向膜が形成され、該絵素内で液晶分子が該凹部および凸部の少なくとも一方の近傍を基板に垂直な軸部として軸対称状に配向しており、そのことによって上記目的が達成される。

【0025】前記少なくとも一方の電極基板はカラーフィルターを有し、該カラーフィルターは複数の絵素に対応した複数のカラーフィルター部を有し、該カラーフィルター部の前記液晶領域側表面に前記凹部が設けられていてもよい。

【0026】前記少なくとも一方の電極基板は、前記複数のカラーフィルター部の間に形成された凸状壁、該複数のカラーフィルター部と該凸状壁とを覆うオーバーコート層とを有してもよい。前記凸状壁は遮光性を有してもよい。

【0027】本発明の液晶素子の製造方法は、一对の電極基板の少なくとも一方に第1の壁を形成すると共に、該第1の壁に囲まれた領域の略中央部に凹部および凸部の少なくとも一方を形成し、または該第1の壁に囲まれた領域の略中央部に凹部および凸部の少なくとも一方を有する配向膜を形成し、両電極基板を対向させてセルを作製する工程と、該セル中に、少なくとも液晶と硬化性樹脂とを含む混合物を注入する工程と、該混合物の均一化温度以上の温度で硬化性樹脂を硬化させ、液晶と高分子とを相分離させる工程とを含み、そのことによって上記目的が達成される。

【0028】さらに、本発明の液晶素子の製造方法は、一对の電極基板の少なくとも一方に第1の壁を形成する

と共に、該第1の壁に囲まれた領域の略中央部に凹部および凸部の少なくとも一方を形成し、または該第1の壁に囲まれた領域の略中央部に凹部および凸部の少なくとも一方を有する配向膜を形成し、両電極基板を対向させてセルを作製する工程と、該セル中に、少なくとも液晶と硬化性樹脂とを含む混合物を注入する工程と、該混合物の均一化温度まで該混合物を加熱後、徐冷して液晶と硬化性樹脂とに相分離させてから硬化性樹脂を硬化させる工程とを含み、そのことによって上記目的が達成される。

【0029】さらに、本発明の液晶素子の製造方法は、一对の電極基板の少なくとも一方に第1の壁を形成すると共に、該第1の壁に囲まれた領域の略中央部に、垂直配向性材料よりなる凹部および凸部の少なくとも一方を形成し、両電極基板を対向させてセルを作製する工程と、該セル中に、少なくとも液晶と硬化性樹脂とを含む混合物を注入する工程と、該混合物の均一化温度まで該混合物を加熱後、露光により硬化性樹脂を硬化させてから徐冷する工程とを含み、そのことによって上記目的が達成される。

【0030】さらに、本発明の液晶素子の製造方法は、一对の電極基板の少なくとも一方に第1の壁を形成すると共に、該第1の壁に囲まれた領域内で2種類以上の高分子材料を含む混合材料を相分離させて軸対称状の配向軸を有する配向膜を形成し、両電極基板を対向させてセルを作製する工程と、該セル中に、少なくとも液晶と硬化性樹脂とを含む混合物を注入する工程と、該混合物の均一化温度以上の温度で硬化性樹脂を硬化させ、液晶と高分子とを相分離させる工程とを含み、そのことによって上記目的が達成される。

【0031】さらに、本発明の液晶素子の製造方法は、一对の電極基板の少なくとも一方に第1の壁を形成すると共に、該第1の壁に囲まれた領域内で2種類以上の高分子材料を含む混合材料を相分離させて軸対称状の配向軸を有する配向膜を形成し、両電極基板を対向させてセルを作製する工程と、該セル中に、少なくとも液晶と硬化性樹脂とを含む混合物を注入する工程と、該混合物の均一化温度まで該混合物を加熱後、徐冷して液晶と硬化性樹脂とに相分離させてから硬化性樹脂を硬化させる工程とを含み、そのことによって上記目的が達成される。

【0032】前記セルに電圧および磁場の少なくとも一方を印加しながら硬化性樹脂を硬化させてもよい。

【0033】前記一对の電極基板の一方は、該電極基板の電極に電圧を印加することにより液晶を駆動するアクティブ駆動素子を有し、前記硬化性樹脂の硬化工程において、該アクティブ駆動素子に印加されるゲート駆動信号電圧が、該アクティブ駆動素子に印加されるソース駆動信号電圧に同期し、かつ該ゲート駆動信号電圧のパルス幅は該ソース駆動信号電圧の周期の2分の1以下であってもよい。

【0034】さらに、本発明の液晶素子の製造方法は、対向する一対の電極基板間に、高分子壁と該高分子壁に囲まれた液晶領域とが挟持された液晶素子の製造方法であって、前記一対の電極基板の少なくとも一方は、基板の表面に複数のカラーフィルター部を形成する工程と、該カラーフィルター部の間に凸状壁を形成する工程と、該複数のカラーフィルター部と該凸状壁とを覆うオーバーコート層を形成し、該複数のカラーフィルター部の液晶領域側に凹部を形成する工程と、を含む製造方法によって製造され、そのことによって上記目的が達成される。

【0035】前記凹部を形成する工程は、前記複数のカラーフィルター部を覆うようにレジストを塗布する工程と、該レジストを露光および現像することによって、該複数のカラーフィルター部の間に該凸状壁を形成する工程と、を包含してもよい。

【0036】

【作用】本発明においては、一対の電極基板の少なくとも一方の媒体側表面に、凹部および凸部のうち的一方もしくは両方、あるいは柱部が形成されている。この基板間隙に、少なくとも液晶と硬化性樹脂とを含む混合物を注入して液晶と硬化性樹脂（高分子）とを相分離させると、凹部において液晶が析出し、または凸部を取り囲むように液晶領域が発達する。よって、この凹部近傍または凸部近傍、または柱部近傍を基板に垂直な軸として、液晶分子が放射状または同心円状などの軸対称状に配向される。したがって、凹部および凸部の形成を制御することにより、対称軸の位置を制御して均一な配向状態を得ることができる。ここで、均一な配向状態とは、各絵素毎に同じ位置関係で対称軸が存在し、その対称軸に対して液晶分子が軸対称状に配向していることを示す。

【0037】また、電極基板の対向側表面を平坦化することによって、液晶滴内の液晶分子の配向を乱す原因を排除してその配向を上記凹部または凸部に限定することが可能となる。また、この平坦化された電極基板に、例えば絵素毎に設けられたカラーフィルター部を有するカラーフィルターを含む場合には、このカラーフィルター部の間隙は、凹部となっているので、セル厚の厚い部分に液晶が析出し、液晶滴内の液晶分子の配向が、この凹部で乱されて軸対称になりにくい。この凹部を樹脂で埋めてカラーフィルター部の間を平坦化することによって、液晶の出現場所をカラーフィルター部の対向側の上記凹部または凸部に限定することが可能となる。また、この平坦化された電極基板に、例えばアクティブ駆動素子を含む場合には、このアクティブ駆動素子およびアクティブ駆動素子の配線部分が多重積層されて段部が付いており、液晶滴内の液晶分子の配向が、この段部で乱されて軸対称になりにくい。この段部を樹脂で埋めて平坦化することによって、液晶の出現場所を上記凹部または凸部に限定することが可能となる。

【0038】また、絵素に対応して設けられたカラーフィルター部の液晶層側の面に、凹部（例えば、すり鉢状）を設けることによって、液晶分子を軸対称状に配向させることができる。隣接するカラーフィルター部の間に凸状壁を形成し、カラーフィルター部と凸状壁とを覆うオーバーコート層を設けることによって、凹部を有するカラーフィルターを作製することができる。凸部を形成する材料に、黒色の染料等を混入することによって、凸状壁に遮光性を付与することができる。また、レジストなどの感光性を有する材料を用いることによって、リソグラフィ技術を用いて、簡便な方法で、凸状壁を形成することができる。

【0039】上記凹部または／および凸部が垂直配向性膜または垂直配向性材料で形成されていれば、軸対称配向の軸制御をより確実に安定化して行うことが可能となって好ましい。

【0040】上記液晶領域は、単一の液晶ドメインで覆われていてもよく、1つの絵素を分断する複数の液晶ドメインが形成されていてもよい。高分子壁は、各液晶領域の外周または各液晶ドメインの外周に設けることができ、それによって絵素を囲んで、または絵素を分断して液晶ドメインを形成することができる。

【0041】この高分子壁を黒色などの有色の添加剤により着色させると、ディスクリネーションラインを見え難くすることができる。

【0042】このようにして形成される液晶分子の配向の対称軸付近を中心として、凹凸を軸対称的にまたは連続的に、もしくは軸対称的かつ連続的に形成してもよい。この場合、凹凸の中央部付近を軸対称状の軸として、軸位置が揃った配向状態とすることができる。

【0043】上記凹部または凸部は電極上に形成してもよいが、基板そのものに凹凸を形成して、その上に電極を形成してもよい。その場合、電極間距離が互いに異なる領域を設けることができる。また、凹凸上に配向膜を形成して凹凸を有する配向膜を形成してもよい。これらの場合、配向を安定させる効果がある。

【0044】上記一対の基板の少なくとも一方の媒体側表面に第1の壁を設けると、第1の壁内の表面張力が他の部分と異ならせることができるので、ホトレジストを用いなくても液晶分子の配向を軸対称状に安定化させることができる。その場合、凸部の高さが第1の壁の高さよりも大きいと、凸部上に高分子柱が形成されて液晶分子の配向状態が乱れる恐れがある。

【0045】液晶と硬化性樹脂とを少なくとも含む混合物は、混合物の均一化温度（均一に相溶する温度）以上の温度で硬化性樹脂を硬化させて液晶と高分子とを相分離させてもよく、混合物の均一化温度まで加熱後、徐冷して液晶と硬化性樹脂とに相分離させてから硬化性樹脂を硬化させてもよい。

【0046】相分離の時に電圧または磁場あるいはその

両方を印加すると、液晶分子の配向の対称軸を基板に対して垂直方向に揃えることができる。

【0047】また、本発明においては、一对の電極基板の少なくとも一方の媒体側表面に、軸対称状の配向軸を有する高分子からなる配向膜が形成されている。液晶分子の配向軸（配向方向）は、その配向膜の高分子の配向軸にほぼ一致するので、液晶分子が基板に垂直な軸を対称軸として放射状または同心円状などの軸対称状に配向される。

【0048】このような配向膜は、第1の壁に囲まれた領域内で2種類以上の高分子材料を含む混合材料を相分離させることにより形成できる。

【0049】さらに、アクティブ駆動素子のゲート駆動信号電圧がソース駆動信号電圧に同期しており、かつゲート駆動信号電圧のパルス幅は該ソース駆動信号電圧の周期の2分の1以下で電圧を印加しながら樹脂を硬化するようにすれば、絵素電極と同じ基板上のゲート配線との間にある電位差が緩和され、液晶分子がゲート配線の電位の影響を受けて軸対称配向が乱れてしまうようなことはなくなる。

【0050】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【0051】（実施例1）図1は、本発明の一実施例である液晶表示素子の1絵素分を示す断面図である。図1において、ガラスなどからなる一方の透明基板1上にインジウム・スズ酸化物（ITO）などからなる絵素電極3が設けられている。この絵素電極3の中央部にレジストなどからなる凸部4が設けられ、各絵素を囲むようにレジストなどからなる第1の壁5が設けられている。また、ガラスなどからなる他方の透明基板2上にもITO

【0052】これら透明基板1、2の間には、図2に示すような高分子壁7により囲まれた液晶領域8が各絵素に対応してそれぞれ形成されている。これら各液晶領域8（絵素内）において、液晶分子は、凸部4近傍を基板に垂直な軸として放射状に配向しており、均一な配向状態となっている。

【0053】このように液晶領域8内で、液晶分子が、凸部4により意図的に軸対称状（例えば放射状または同心円状または渦巻き状など）に配置され、かつ、実質的にモノドメインとされていることにより、視角特性を改善すると共に、表示のざらつき、特に中間調における表示のざらつきを低減することができる。

【0054】（ドメイン内の液晶分子の配向状態）上記液晶表示素子を偏光顕微鏡で観察すると、図2に示すように、高分子壁7内に形成された液晶領域8において、偏光板の偏光軸方向に十字型の消光模様11が観察された。これは、液晶分子が液晶領域8の中央部の中央ディスクリネーション点12を中心として軸対称状（例えば放射状または同心円状または渦巻き状など）に配列して

液晶領域8がモノドメインとなっていることを示す。

【0055】このような配向状態の液晶表示素子においては、電圧印加時にディスクリネーションラインが液晶ドメインの周囲に形成され、液晶ドメインの内部に形成されることは無い。したがって、絵素外部に意図的にディスクリネーションラインを形成することが可能である。さらに、ディスクリネーションラインまたはディスクリネーション点を遮光層下に形成することにより、液晶表示素子の黒レベルを向上させてコントラストを改善することができる。この場合、有色の添加剤（例えば黒色）を高分子壁7に含ませることによりディスクリネーションラインを見え難くくしてもよく、凸部4や第1の壁5に有色の添加剤（例えば黒色）を含ませてもよい。さらに、高分子壁7に液晶性重合材料を添加することにより、ディスクリネーションラインが全く発生しない配向状態とすることもできる。このような配向状態を有する液晶素子に表示電圧を印加すると、例えば図22

（a）に示すように、基板1、2に対して垂直な方向に平行になるように液晶分子9が立ち上がってくる。このとき、液晶分子9は、初期配向である放射状または同心円状のいずれかの方向に沿って立ち上がるので、液晶表示素子の各方向から見た見掛け上の屈折率が均質化され、視角特性を改善することができる。

【0056】（絵素内のドメイン数）各絵素内の液晶ドメイン数は、できるだけ少ないことが望ましい。1絵素内に多数のドメインが存在すると、ドメイン間にディスクリネーションラインが発生して表示の黒レベルが低下する。よって、図2に示すように、液晶領域8内で液晶分子が軸対称状に配列した単一のドメインで絵素13が覆われているのが望ましい。この場合、電圧を印加した時にディスクリネーションラインがドメインの外周上に形成されるので、絵素13部分にディスクリネーションラインが入り込むことが殆どない。

【0057】また、図3に示すように、長方形の絵素13を有する液晶表示素子の場合、液晶分子が軸対称状に配列しているドメイン14が2個以上集まった液晶領域8とすることができる。このような液晶表示素子においても、図2のように液晶領域8がモノドメインである液晶表示素子と同様に視角特性を優れたものにできる。この場合、高分子壁7または第1の壁5を長方形の絵素13内に形成して絵素を分断することもできる。

【0058】さらに、図3の液晶表示素子の場合、絵素13内の2つのドメイン14a、14bの境界に形成されるディスクリネーションラインの方向を偏光板の偏光軸と一致させることにより、電圧印加時にディスクリネーションラインを見え難くすることができる。

【0059】また、絵素13内の2つのドメイン14a、14bの境界に形成されるディスクリネーションラインを隠すように、絵素内にブラックマスク（BM）を形成してもよい。

【0060】このように絵素を複数の液晶領域 8 または液晶ドメイン 14 で分断して使用する場合、各液晶領域 8 または液晶ドメイン 14 内に液晶分子の配向軸を揃える手段を設ける必要がある。

【0061】（液晶分子を軸対称状に均一配向させる方法：その 1）一対の基板の少なくとも一方に凹部または凸部またはその両方をパターン形成することにより、対称軸の位置を制御して液晶分子を軸対称状に配向させることができる。

【0062】この方法では、第 1 の壁 5 をパターン形成し、第 1 の壁に囲まれた領域の略中央部に凹部または凸部またはその両方を形成してセルギャップの異なる領域を形成する。そのセル中に、少なくとも液晶と硬化性樹脂とを含む混合物を注入する。絵素内で対称軸となる領域のセルギャップが異なる領域（絵素周辺に形成される第 1 の壁 5 は除く）が存在すると、重合反応または温度降下により液晶と硬化性樹脂（または高分子）とが相分離して液晶が析出してくる。この時の液晶の析出の仕方は、以下の①～③の場合により異なる。

【0063】①相分離時に絵素内で対称軸となる領域のセルギャップが薄い場合（凸部が形成されている場合）：重合反応または温度降下により液晶と硬化性樹脂（または高分子）とを相分離させる場合、図 1 に示すように基板 1 上に凸部 4 が存在すると、その凸部 4 が析出核の働きをして凸部付近を取り囲むように液晶領域 8 が発達する。よって、基板に垂直な軸に対して放射状または同心円状に液晶分子が配向して軸対称状の配向が得られると共に、対称軸と凸部 4 とを一致させることができる。よって、この凸部 4 の形成位置により、液晶分子の配向の対称軸位置を制御することができ、絵素内で液晶分子を軸対称状に配向させることができる。

【0064】この凸部 4 の高さはセルギャップの $1/2$ 以下であり、かつ、液晶領域 8 を囲うように絵素 13 周辺に設ける第 1 の壁 5 よりも低くするのが望ましい。この凸部 4 が高すぎると凸部 4 上に高分子柱が形成され、この高分子柱が大きい場合には配向状態を乱すこともある。

【0065】また、この凸部 4 の大きさは、液晶析出の核となる程度であればよい。小さいほど好ましく、例えば $30\mu\text{m}$ 以下であるのが好ましい。凸部 4 が大きすぎると凸部 4 上に高分子柱が形成されて電圧降下を起こし、コントラスト低下の原因となる。

【0066】さらに、この凸部 4 の材質は、本発明では特に限定しないが、レジストなどの有機材料や SiO_2 、 Al_2O_3 、ITO などの無機材料を使用することができる。レジスト材料を用いると、凸部 4 の形成を簡単に行うことができる。また、透明導電膜である ITO は、図 4 (a) および (b) に示すように、凸部 4 を有する基板 1 上に ITO 膜からなる絵素電極 3 を形成することにより凸部とすることができる。さらに、図 5 に示

すように、凸部 4 を有する基板 1 上に配向膜 16 を形成して配向膜を凸部としてもよい。また、このような凸部（凸部 4 および絵素電極、配向膜などの凸部）を液晶分子配向の対称軸の中心にするためには、垂直配向性を有する材料を使用するのが望ましい。このような材料としては、例えば F または Si 系添加剤を加えたレジスト材料を用いることができ、特に表面自由エネルギーが 35mN/m 以下であるものが望ましい。さらに、絵素周辺に形成する第 1 の壁 5 と上記凸部とを異なる材料により形成すると、配向安定性を増す場合がある。

【0067】この凸部 4 の形状は、本発明では特に限定しないが、円形、方形、長方形、楕円形、星形、十字型などとすることができる。また、この凸部 4 は、垂直方向に同一な形状である必要はなく、図 6 に示すように傾斜を有するものであってもよい。

【0068】②相分離時に絵素内で対称軸となる領域のセルギャップが厚い場合（凹部が形成されている場合）：重合反応または温度降下により液晶と硬化性樹脂（または高分子）とを相分離させる場合（特に温度降下による場合）、図 7 に示すように基板 1 上に凹部 15 が存在すると、相分離してきた液晶は、凹部 15 で表面エネルギーが最小の球形になって安定化する。その結果、凹部 15 で液晶が析出し、凹部 15 付近を取り囲むように液晶領域 8 が発達する。よって、基板に垂直な軸に対して放射状または同心円状に液晶分子が配向して軸対称状の配向が得られると共に、対称軸と凹部 15 とを一致させることができる。よって、この凹部 15 の形成位置により、液晶分子の配向の対称軸を制御することができ、絵素内で液晶分子を軸対称状に配向させることができる。

【0069】この凹部 15 の深さは、本発明では特に限定しないが、レジスト 20 などの有機材料を用いる場合、できるだけ浅い方が電圧降下が少なく、コントラスト低下の原因と成りにくいので望ましい。

【0070】また、この凹部 15 の大きさは、絵素の大きさにより異なるが、ある程度大きな領域、例えば絵素の面積の 40% 程度であるのが望ましい。

【0071】さらに、この凹部 15 の材質は、本発明では特に限定しないが、レジスト 20 などの有機材料や SiO_2 、 Al_2O_3 、ITO などの無機材料を使用することができる。

【0072】さらに、この凹部 15 の形状は、本発明では特に限定しないが、円形、方形、長方形、楕円形、星形、十字型などとすることができる。また、凹部 15 は、垂直方向に同一な形状である必要はなく、図 8 に示すように傾斜部を有する凹部 15 であってもよい。

【0073】③絵素内でセルギャップが厚い部分と薄い部分とが形成されている場合（凹部および凸部の両方が形成されている場合）：重合反応または温度降下により液晶と硬化性樹脂（または高分子）とを相分離させる場

合、図9に示すように基板1上に凸部4および凹部15の両方が存在すると、凹部15で液晶が析出し、かつ、中央部の凸部4付近を取り囲むように液晶領域8が発達する。よって、中央部の凸部4を対称軸として、さらに軸対称的位置を揃えることができ、ざらつきを低減することができる。

【0074】この場合、図9に示すように凹凸部を軸対称的に形成してもよく、図5に示すように連続的な凹凸部を形成してもよい。

【0075】また、基板上の凹部15および凸部4の表面は、平滑面と同じ高さでもよく、異なってもよい。

【0076】④両方の基板の関係

上記①～③においては、一方の基板に凹部15、凸部4および第1の壁5のうち少なくとも凹部15または凸部4を形成したが、図10(a)および図10(b)に示すように、一方の基板1上に絵素周辺に設ける第1の壁5を形成し、他方の基板2上または両基板1、2上に凹部15または凸部4を形成してもよい。また、一方の基板1上に凹部15および凸部4のうち少なくともいずれかを設ける場合、図11、図12および図5に示すように、対向基板2上に配向膜17を形成することにより、対向電極6やパッシベーション膜(図示せず)の凹凸を平坦化し、または表面エネルギーを均一化できる。よって、液晶と硬化性樹脂(または高分子)との相分離時に液晶の析出場所を上記凹部および凸部に限定することができる。

【0077】⑤対向基板側にカラーフィルターを含む場合

凹部または凸部を形成した基板の対向側に絵素に対応した複数のカラーフィルター部を有するカラーフィルターを含む場合、このカラーフィルター部との間隙は、凹部となっているので、液晶と高分子材料(または硬化性樹脂)の相分離時に、セル厚の厚い部分に液晶が析出するために、液晶滴内の液晶分子の配向が、この凹部で乱されて軸対称になりにくい。この部分をレジスト樹脂で埋めてカラーフィルター部間を平坦化することによって、液晶と高分子材料(または硬化性樹脂)の相分離時に、液晶滴内の液晶分子の配向を乱す原因を排除することができ、液晶の出現場所をカラーフィルター部の対向側の上記凹部または凸部に限定することが可能となる。

【0078】⑥対向基板側にアクティブ駆動素子を含む場合

この平坦化された電極基板に、例えばアクティブ駆動素子を含む場合には、このアクティブ駆動素子およびアクティブ駆動素子の配線部分が多重積層されて段部が付いており、液晶滴内の液晶分子の配向が、この段部で乱されて軸対称になりにくい。この段部を樹脂で埋めて平坦化することによって、液晶の出現場所を上記凹部または凸部に限定することが可能となる。

【0079】(凹部、凸部および第1の壁の形成方法)
上記凹部、凸部および第1の壁は、以下のようにして作製することができる。

①レジスト材料を用いる方法：図1に示すような凸部4を有する基板1を作製する場合には、まず、図13

(a)の基板1に、レジストを塗布して露光および現像することにより絵素中央部に凸部4を形成する(図13(b))。次に、図13(c)に示すように、レジストを塗布して露光および現像することにより絵素周辺に第1の壁5を形成する。この場合、凸部4と第1の壁5とは同一の材料を用いて形成してもよい。同様にして凹部についても形成することができる。

【0080】また、第1の壁5の形成後に、基板1上に配向膜材料またはレジスト材料を塗布して固化すると、第1の壁5の影響で第1の壁5付近の配向膜またはレジストが厚くなる。よって、図10(b)に示すように、絵素中央部が薄く、第1の壁5にかけて連続的に厚みが増したすり鉢状の凹部15が得られる。

【0081】②基板そのものに加工する方法：プラスチック基板を用いた場合には、エンボス加工などにより基板そのものに凹凸を形成して凹部、凸部または第1の壁を作製することができる。また、凹部または凸部が形成された基板表面上に透明電極や配向膜を形成すると、図4(a)、(b)および図5に示すような凹部または凸部を作製することができる。

【0082】③無機材料を用いる方法： SiO_2 、 Al_2O_3 、ITOなどの無機材料を基板上に成膜し、マスクを用いてパターンニングすることにより、凹部、凸部または第1の壁を形成することができる。

【0083】(凹部または凸部を形成した基板の対向側にカラーフィルターを含む場合のカラーフィルター側の基板(以下、カラーフィルター基板という)の作製方法)図24は本発明におけるカラーフィルター基板にレジストパターンを形成した平面図、図25は図24のC-C'断面図である。図24および図25において、ガラス基板31上に遮光膜32を形成し、絵素領域をパターンニングして透光部とするとともに絵素領域以外の部分に遮光膜32を残す。この透光部に、R、G、Bのカラーフィルター部33を形成する。このカラーフィルター部33が形成されたカラーフィルター基板にレジスト樹脂34を塗布する。このカラーフィルター部33上のレジスト樹脂34を剥離する。このようにして、カラーフィルター部33間の凹部をレジスト樹脂34によって埋めて平坦化する。このように、カラーフィルター基板のカラーフィルター部33以外の領域をレジスト樹脂34で埋めて平坦化することで、液晶滴内の液晶分子の配向を乱す原因を排除してその配向を上記凹部または凸部に限定することが可能となる。

【0084】(凹部または凸部を作製する材料)上記レジストの材料としては、通常のホトレジスト材料を使用

することができる。また、この凹部 15、凸部 4 および第 1 の壁 5 は、セル内に最終的に残して使用するので、耐熱性に優れた感光性ポリイミドを使用するのが望ましい。さらに、レジスト材料を使用する場合、絵素内のレジスト（例えば、図 9 の凹部 15 の周辺 20 および凸部 4）上に液晶材料が残存してコントラストを低下する原因となるので、遮光性を有するレジスト材料を用いるのが望ましい。例えば、レジスト材料中に有色色素を混入したカラーレジストなどを用いることができる。

【0085】また、図 26 に示す軸対称配向モデルから、軸対称の配向の対称軸 41 付近では液晶分子 42 が垂直に配向していることに着目し、軸対称配向がより容易に形成できるようにするために、絵素中央部付近を積極的に垂直配向状態にすることが考えられる。このことから、上記凹部 15 または凸部 4 が垂直配向性材料で形成することが考えられる。この凹部 15 または凸部 4 を作製する材料として垂直配向性を出現させる材料については、垂直配向性ポリイミドに感光性を持たせた有機物、 SiO_2 など無機膜の斜方蒸着などを利用することができる。さらに、垂直配向膜上に、絵素中心部のみ開けて水平配向膜を塗布することによっても目標を達成することができる。この場合、絵素中心部は垂直配向膜が現れた状態となっている。

【0086】（液晶分子を軸対称状に均一配向させる方法：その 2）上記一方の基板として、図 14（a）に示すような軸対称状の配向軸を有する高分子からなる配向膜 16a が形成されたものを用いると、配向膜 16a の配向軸と液晶分子の配向軸とがほぼ一致した状態で液晶分子を軸対称状に配向させることができる。

【0087】（軸対称状の配向膜の作製方法）図 14（b）に示すように、第 1 の壁 5 作製後、基板 1a 上に 2 種類の異なる高分子材料を含む混合材料を塗布して相分離させると、2 種類の高分子材料が放射状または同心円状などの軸対称状に相分離して、軸対称状の配向軸を有する配向膜 16a が得られる。

【0088】この基板 1a を用いてセルを作製し、液晶と硬化性樹脂との混合物を注入して液晶と高分子（または硬化性樹脂）との相分離を重合または温度降下により起こさせると、配向膜 16a の配向軸と液晶分子の配向軸とがほぼ一致した状態で液晶分子が軸対称状に配向する。

【0089】（高分子壁の作製方法）高分子壁に囲まれた液晶領域の作製は、以下のようにして行うことができる。

①少なくとも液晶と硬化性樹脂とを含む混合物をセル中に注入し、混合物の均一化温度以上の温度で硬化させることにより液晶と高分子とを相分離させて高分子壁に囲まれた液晶領域を作製する方法。

【0090】②少なくとも液晶と硬化性樹脂とを含む混合物をセル中に注入し、混合物の均一化温度以上に加熱

してから徐冷して液晶と硬化性樹脂とを相分離させてから、硬化性樹脂を硬化させて高分子壁に囲まれた液晶領域を作製する方法。

【0091】上記①および②において、光硬化性樹脂を用いた場合には、紫外線（または可視光）の照射により樹脂を硬化させることができる。

【0092】また、いずれの場合でも、上述した凹部または凸部または配向膜が形成されているので、ホトマスクにより照射強度分布を生じさせない場合でも液晶の析出部分を制御でき、液晶領域と高分子壁との形成領域を制御することができる。

【0093】（高分子材料の配向制御方法）

①重合性液晶材料の添加：液晶分子を電圧印加時の配向方向に有効に揃えるためには、硬化性樹脂と液晶との混合物に、液晶性を発現する官能基またはそれに類する官能基を分子内に有する液晶性光硬化性樹脂などの重合性液晶材料を添加するのが望ましい。さらに、液晶と硬化性樹脂の混合物をセル中で相分離させるとき、場合によっては、垂直配向性を持つ垂直配向性材料からなる凸部などの島の上に、硬化性樹脂が析出し垂直配向性を阻害することが考えられるため、析出しても島上の垂直配向性を液晶相に伝達できるように、その硬化性樹脂内に液晶性を出現させような官能基を有する硬化性樹脂を添加することが好ましい。

【0094】②相分離時に電圧または磁場を印加する方法：液晶分子の軸対称状の配向は、絵素内で形成することが重要であり、配向の対称軸が基板に対して大きくずれた配向状態の発生を抑制する必要がある。本発明者らの検討によれば、少なくとも液晶と硬化性樹脂とを含む混合物に電圧または磁場またはその両方を印加しながら液晶と高分子（または硬化性樹脂）を相分離させることにより、液晶領域の軸対称配向の軸を基板に対して垂直方向に揃えることができる。この現象は、垂直配向性材料からなる凸部などの垂直配向性の島を用いて行うことにより、軸対称配向の軸制御をより確実に安定して行うことが可能となつて好ましい。特に、図 15 に示すように、液晶が均一相 19 から出現する時の小さなドロップレット状態の時に効果が大きく、液晶領域 8 が絵素全体を覆うまで成長する前に電圧または磁場を弱めてもよい。この電圧および磁場の強度は、液晶の閾値（TNセルで評価した値）よりも大きければよく、周期的に強度変化するものを用いてもよい。

【0095】また、基板にアクティブ素子、例えば、TFT（薄膜トランジスタ）を含む場合について説明する。

【0096】図 27 は本発明におけるアクティブ素子付き基板の平面図、図 28 は図 27 の AA' 断面図である。

【0097】図 27 および図 28 において、絵素電極には、アクティブ駆動素子としての TFT 43 のドレイン

電極が接続されているので、絵素電極に電圧を印加するためには、ゲート配線 44 に接続されるゲート電極に適当な電圧を印加することによって、ソース配線 45 と絵素電極の間、即ち、TFT 43 のソース・ドレイン間を導通状態にしなければならない。したがって、絵素上の液晶と樹脂の混合物に電圧を印加しながら相分離をしようとする、絵素電極（ドレイン電極）と同じ基板上のゲート配線 44 との間に、電位差があるため、液晶分子がゲート配線 44 の電位の影響を受けて軸対称配向が乱れてしまう。

【0098】本発明者らは、ゲート電極に印加する電圧のタイミング、時間、大きさを適切に制御することによって、液晶分子の軸対称配向を乱さない効果を見いだした。即ち、絵素電極と同じ基板上のゲート配線 44 との間にある電位差をできるかぎり解消するようにするため、セルの絵素電極に印加する電圧は、硬化性樹脂の硬化時に、アクティブ駆動素子のゲート駆動信号電圧が、アクティブ駆動素子のソース駆動信号電圧に同期し、かつゲート駆動信号電圧のパルス幅はソース駆動信号電圧の周期の 2 分の 1 以下とする。

【0099】（硬化性樹脂）本発明に使用される硬化性樹脂としては、光硬化性樹脂などを用いることができる。この光硬化性樹脂としては、例えば、炭素原子数が 3 以上の長鎖アルキル基またはベンゼン環を有するアクリル酸およびアクリル酸エステルなどが挙げられる。さらに具体的には、アクリル酸イソブチル、アクリル酸ステアリル、アクリル酸ラウリル、アクリル酸イソアミル、*n*-ブチルメタクリレート、*n*-ラウリルメタクリレート、トリデシルメタクリレート、2-エチルヘキシルアクリレート、*n*-ステアリルメタアクリレート、シクロヘキシルメタクリレート、ベンジルメタクリレート、2-フェノキシエチルメタクリレート、イソボルニルアクリレート、イソボルニルメタクリレートなどがある。さらにポリマーの物理的強度を高めるために 2 官能基以上の多官能性樹脂が好ましく、例えば、ビスフェノール A ジメタクリレート、ビスフェノール A ジアクリレート、1, 4-ブタンジオールジメタクリレート、1, 6-ヘキサジオールジメタクリレート、トリメチロールプロパントリメタクリレート、トリメチロールプロパントリアクリレート、テトラメチロールメタンテトラアクリレート、ネオペンチルジアクリレート、R-684 などがある。さらに、液晶と硬化性樹脂との相分離を明確にするためには、これらのモノマーをハロゲン化、特に塩素化、およびフッ素化した樹脂がより好ましく、例えば、2, 2, 3, 4, 4, 4-ヘキサフロロブチルメタクリレート、2, 2, 3, 4, 4, 4-ヘキサクロロブチルメタクリレート、2, 2, 3, 3-テトラフロロプロピルメタクリレート、2, 2, 3, 3-テトラフロロプロピルメタクリレート、パーフロロオクチルエチルメタクリレート、パークロロオクチルエチルメタクリレ

ート、パーフロロオクチルエチルアクリレート、パークロロオクチルエチルアクリレートなどが挙げられる。

【0100】（光重合抑制剤）液晶滴（液晶ドロップレット）、即ち液晶領域 8 の形状を大きくするためには、上記混合物に硬化性樹脂以外に重合反応を抑制する化合物を添加するのが望ましい。例えばラジカル生成後に共鳴系でラジカルを安定化するようなモノマーおよび化合物などであり、具体的にはスチレン、*p*-クロルスチレン、*p*-フェニルスチレン、*p*-メチルスチレンなどのスチレンの誘導体、ニトロベンゼンなどの重合禁止剤などが使用できる。

【0101】（光重合開始剤）上記混合物には、さらに光開始剤を添加してもよい。この光開始剤としては、例えば Irgacure 184、651、907（チバガイギー製）、Darocure 1173、1116、2959（E, Merck 製）などが使用できる。また、保持率を向上させるために可視光で重合できるような増感剤などを使用してもよい。

【0102】これらの重合開始剤の添加量は、個々の化合物の反応性により異なるので、本発明では特に限定しないが、液晶と硬化性樹脂（後述する液晶性重合材料を含む）との混合物に対して 0.01~5% であるのが好ましい。0.01% 未満では重合反応が十分に起こらない。また 5% を越えると、液晶と高分子との相分離速度が早すぎて制御が困難となる。よって、液晶ドロップレットが小さくなって駆動電圧が高くなり、さらに、基板上の配向制御力が弱くなる。また、絵素内に液晶領域が少なくなり、さらに、ホトマスクを用いて照射強度分布を設けた場合には、遮光部（絵素外）に液晶ドロップレットが形成されてしまうので、表示のコントラストが低下する。

【0103】（液晶材料）液晶については、常温付近で液晶状態を示す有機物混合体であって、ネマチック液晶（2 周波駆動用液晶、 $\Delta\epsilon < 0$ の液晶を含む）または、コレステリック液晶（時に可視光に選択反射特性を有する液晶）、またはスメクチック液晶、強誘電性液晶、デスコチック液晶などが含まれる。これらの液晶は混合して用いてもよく、特にコレステリック液晶（カイラル剤）が添加されたネマチック液晶が特性上好ましい。

【0104】さらに、加工時に光重合反応を伴うため、耐化学反応性に優れた液晶材料が好ましい。例えば、化合物中、フッ素原子などの官能基を有する液晶材料であり、具体的には ZLI-4801-000、ZLI-4801-001、ZLI-4792、ZLI-4427（メルク社製）などが挙げられる。

【0105】（重合性液晶材料）上記液晶と硬化性樹脂との混合物に、重合性官能基を有する液晶性化合物（以下、重合性液晶材料と称する、単体で液晶性を発現する必要はない）を混合すると、高分子壁中の高分子が電圧印加時に有効に液晶分子の配向方向を揃えるようにする

ことができ、また、液晶領域の周辺部に発生するディスクリネーションラインを抑制することができる。

【0106】これらの液晶材料と重合性液晶材料とを選択する場合、それぞれの液晶性を発現する部分が類似していることが望ましい。特に、化学的環境が特異なF、Cl系液晶材料については、重合性液晶材料についてもF、Cl系液晶材料であることが好ましい。

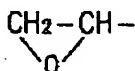
【0107】使用可能な重合性液晶材料とは、次の化学式(1)で示されるような化合物などである。

【0108】 $A-B-LC$ (1)

この化学式(1)中のAは重合性官能基を示し、 $CH_2=CH-$ 、 $CH_2=CH-COO-$ 、 $CH_2=C(CH_3)-COO-$ 、下記の(化1)などの不飽和結合、または歪みを持ったヘテロ環構造を持った官能基を示す。

【0109】

【化1】



【0110】また、化学式(1)中のBは、重合性官能基と液晶性化合物とを結ぶ連結基であり、具体的にはアルキル鎖($-(CH_2)_n-$)、エステル結合($-COO-$)、エーテル結合($-O-$)、ポリエチレングリコール鎖($-(CH_2CH_2O)_n-$)、およびこれらの結合基を組み合わせた結合基である。重合性液晶材料を液晶材料と混合した時に液晶性を示すことが好ましいので、重合性官能基Aから液晶性化合物LCの剛直部まで6箇所以上の結合を有する長さを持つ連結基Bが特に好ましい。また、化学式(1)中のLCは液晶性化合物を示し、次の化学式(2)で示される化合物またはコレステロール環およびその誘導体などである。

【0111】 $D-E-G$ (2)

上記化学式(2)中のGは、液晶の誘電率異方性などを発現させる極性基であり、 $-CN$ 、 $-OCH_3$ 、 $-Cl$ 、 $-OCF_3$ 、 $-OCCl_3$ 、 $-H$ 、 $-R$ (Rはアルキル基)などの官能基を有するベンゼン環、シクロヘキサン環、パラジフェニル環、フェニルシクロヘキサン環などがである。また、化学式(2)中のEは、D、Gを連結する官能基で、単結合、 $-CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2-$ 、 $-O-$ 、 $-C\equiv C-$ 、 $-CH=CH-$ などである。さらに、化学式(2)中のDは、化学式(1)中のBと結合する官能基であり、かつ、液晶分子の誘電率異方性、屈折率異方性の大きさを左右する部分であり、具体的には、パラフェニル環、1,10-ジフェニル環、1,4-シクロヘキサン環、1,10-フェニルシクロヘキサン環などである。

【0112】(液晶と重合性材料との混合比)液晶と重合性材料(硬化性樹脂および重合性液晶材料を含む)を混合する重量比は、絵素サイズにより異なるが、液晶材料:重合性材料が50:50~97:3が好ましく、さ

らに好ましくは、70:30~90:10である。液晶材料が50%を下回ると高分子壁の効果が高まりセルの駆動電圧が著しく上昇して実用性を失う。また、液晶材料が97%を上回ると高分子壁の物理的強度が低下して安定した性能が得られない。また、重合性液晶材料と液晶性を有さない重合性材料との重量比は、上記重量比の範囲内で重合性液晶材料が0.5%以上あればよい。

【0113】(駆動方法)作製されたセルは、単純マトリックス駆動、TFT(Thin Film Transistor)またはMIM(Metal Insulator Metal)素子などによるアクティブ駆動などの駆動法で駆動でき、本発明では特に限定しない。

【0114】(基板材料)基板材料としては、可視光が透過する透明固体であればいずれも用いることができ、ガラス、石英、プラスチック、高分子フィルムなどを用いることができる。特に、プラスチック基板の場合、表面の凹凸をエンボス加工などにより形成するのが可能であるので適している。さらに、これらの基板を2種組み合わせることで異種基板でセルを作製することもでき、また、同種異種を問わず厚みの異なった基板を2枚組み合わせることも使用してもよい。

【0115】以下、本発明の具体例および比較例について説明する。

【0116】(具体例1)図11に示すように、ガラス基板(1.1mm厚み)1、2上にITO(酸化インジウムおよび酸化スズの混合物、500オングストローム)からなる透明電極3、6が形成された基板を用い、一方の基板1上に、レジスト材料(OMR83:東京応化社製)を用いて絵素中央部に凸部4を、絵素周辺部に第1の壁5を形成した。この時、レジスト下にはMo薄膜による遮光層を設けて第1基板とした。

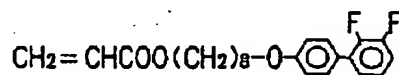
【0117】また、他方の基板2上にAL4552(日本合成ゴム社製)を塗布し、ラビング処理を行わずに配向膜17を形成して第2基板とした。

【0118】この両基板を、6μmのスペーサーによりセル厚を保たせて貼り合わせ、セルを作製した。

【0119】作製したセル中に、光硬化性樹脂としてR-684(日本化薬社製)0.1g、光重合抑制剤としてp-フェニルスチレン0.1g、下記した(化2)の化合物0.06g、液晶材料としてZLI-4792(メルク社製:S-811を0.4重量%含有)3.74g、および光開始剤Irgacure651を0.025g混合した混合物を注入した。

【0120】

【化2】



【0121】その後、温度を混合物の均一化温度以上の110℃に保ち、かつ、透明電極3、6間に実効電圧が

2. 5Vで60Hzの電圧を印加しながら、第1の基板1側から高圧水銀ランプ下10mW/cm²の所で5分間紫外線を照射して樹脂を硬化させた。その後、5時間かけて40℃まで徐冷し、さらに室温(25℃)まで戻してから、紫外線照射を行って樹脂を完全に硬化させた。

【0122】この状態のセルを偏光顕微鏡で観察したところ、図2に示すように、高分子7に囲まれた液晶領域8が、1区画毎にモノドメイン状態で、かつ、レジストからなる凸部4に相当する部分12を対称軸として液晶分子が軸対称状に配向していた。また、偏光軸を互いに直交させた2枚の偏光板を固定して作製したセルを回転させたところ、液晶領域の消光模様11の位置が一定で周りの高分子壁7のみが回転しているように観察された。このことから、液晶領域8全体に渡って軸対称状の配向が得られていることが分かる。

【0123】作製したセルの両面に偏光軸を互いに直交させて2枚の偏光板を貼り合わせて液晶表示素子を作製*

	具体例1	比較例1	比較例2
電圧Off時の光線透過率、%	77	87	78
中間調における反転現象	○	×	△
ざらつき	なし	なし	あり*

*中間調で広角で観察した場合

【0127】図16および図17に示すように、本具体例1の液晶表示素子は、比較例1のTNセルに見られるような反転現象が生じず、電圧飽和時の広視角方向での透過率の増加も生じなかった。さらに、表1に示すように、本実施例1の液晶表示素子は、中間調においてもざらつきが観察されなかった。

【0128】(比較例1) 具体例1と同様のガラス基板1、2上にITOからなる透明電極3、6が形成された基板を用い、両基板上に配向膜を形成してラビング処理を行った。この両基板を、配向膜の配向方向が互いに直交するように6μmのスペーサーによりセル厚を保たせて貼り合わせ、セルを作製した。

【0129】作製したセル中に、具体例1で用いた液晶材料ZLI-4792(メルク社製:S-811を0.4重量%含有)を注入し、セルの両面に偏光軸を互いに直交させて2枚の偏光板を貼り合わせて液晶表示素子を作製した。

【0130】作製した液晶表示素子の電気光学特性およびざらつきの評価については上記表1および図17に示した。

【0131】(具体例2) この具体例2では、図12に示すように絵素中央部に凹部15が形成された基板1を用いた以外は具体例1と同様にセルを作製し、具体例1と同様の混合物を注入した。

【0132】作製したセルの透明電極3、6間に実効電

*した。

【0124】作製した液晶表示素子を、電圧を印加しながら偏光顕微鏡で観察したところ、電圧印加時においてもディスクリネーションラインが発生せず、全体が黒くなっていくことが確認された。

【0125】作製した液晶表示素子の電気光学特性およびざらつきの評価について以下の表1および図16に示す。また、後述する比較例1および比較例2の電気光学特性についても表1に同時に示した。比較例1のざらつきの評価については図17に示す。尚、電気光学特性は、偏光軸と互いに平行にした2枚の偏光板をブランク(透過率100%)として示した。また、表1中、中間調における反転現象は、○印:反転現象が起こらない状態、×印:容易に反転現象を観察できる状態、△印:辛うじて反転現象が観察される状態として示した。

【0126】

【表1】

圧が2.5Vで60Hzの電圧を印加しながら、一旦、混合物の均一化温度以上に加熱し、その後徐冷して液晶を析出させた。液晶析出後、電圧印加を停止して液晶相が絵素に対応した領域にほぼ広がった時に紫外線を照射して樹脂を硬化させた。

【0133】作製した液晶表示素子は、液晶領域内で液晶分子が凹部15を中心とした軸対称状の配向をしており、中間調においてもざらつきが観察されなかった。

【0134】(具体例3) この具体例3では、図18に示すように絵素中央部に凸部4、その周辺に凹部15が形成された基板1を用いた以外は具体例1と同様に液晶表示素子を作製した。

【0135】作製した液晶表示素子は、液晶領域内で液晶分子が凸部4を中心とした軸対称状の配向をしており、中間調においてもざらつきが観察されなかった。

【0136】(具体例4) この具体例4では、図5に示すように凸部4および第1の壁5上に配向膜16がスパインコートされた基板1を用いた以外は具体例1と同様にセルを作製し、具体例1と同様の混合物を注入した。樹脂の硬化は具体例2と同様に行った。このセルについて降温時の相分離過程を観察すると、セル厚の厚い領域(凹部15)から液晶相が出現し、液晶分子の配向の対称軸がセル厚の厚い領域に位置して、軸対称状の軸位置が中央部の凸部4に意図的に制御された液晶滴が成長してくるのが確認された。このようにセル厚の厚い領域

に液晶滴が出現すると、セル厚が薄い領域に比べて球形に近い形状になるので、比較的界面エネルギーが小さくなって安定化されると考えられる。したがって、液晶相はセル厚が最大の領域から発生することになり、液晶分子の配向の対称軸についても位置が限定される。

【0137】作製した液晶表示素子は、液晶領域内で液晶分子が凸部4を中心とした軸対称状の配向をしており、中間調においてもざらつきが観察されなかった。

【0138】（具体例5）この具体例5では、図19に示すような長絵素13に対して、絵素を分割して黒色レジスト（CFPR-BK510S：東京応化社製）を用いて第1の壁21aおよび凸部21bを形成した基板1を用いた以外は具体例1と同様に液晶表示素子を作製した。

【0139】作製したセルを偏光顕微鏡で観察したところ、各絵素に2つの液晶ドメインが形成され、各液晶ドメインがモノドメイン状態で、かつ、凸部21bに相当する部分を対称軸として液晶分子が軸対称状に配向していた。

【0140】作製した液晶表示素子は、液晶ドメイン内で液晶分子が凸部21bを中心とした軸対称状の配向をしており、中間調においてもざらつきが観察されなかった。

【0141】（比較例2）この比較例2では、図20に示すように絵素中央部が平坦な基板を用いた以外は具体例1と同様にセルを作製し、具体例1と同様の混合物を具体例1と同様に硬化させて液晶表示素子を作製した。

【0142】作製したセルを偏光顕微鏡で観察したところ、ほとんどの液晶領域内の液晶分子が軸対称状に配向していたが、図21(a)に示すように対称軸の軸位置18がずれているものや、図21(b)に示すように対称軸が形成されていない液晶領域8が一部観察された。また、電圧印加時、特に中間調においては、ざらつきが顕著に観察されなかった。

【0143】（具体例6）この具体例6では、基板1上に図14(a)に示すような軸対称状の配向軸を有する配向膜16aを形成した基板1aを用いて具体例1と同様に液晶表示素子を作製した。配向膜16aの作製は以下のようにして行った。

【0144】図14(b)に示すように、基板1a上に第1の壁5作製後、2種類の異なる高分子材料（ポリイミドなど）を含む混合材料22を塗布し、乾燥して相分離させ、焼成することにより作製した。

【0145】このようにして作製した基板上では、各絵素毎に2種類の高分子材料が軸対称状に相分離して、軸対称状の配向軸を有する配向膜16aが得られた。このような基板より作製したセル中に、具体例1と同様な液晶材料と硬化性樹脂材料を含む混合物を注入し、同様の加工条件で軸対称状に液晶分子が配向した液晶表示素子を作製した。

【0146】作製した液晶表示素子を偏光顕微鏡で観察したところ、液晶領域内で配向膜16aの配向軸と液晶分子の配向軸とがほぼ一致した状態で軸対称状の配向をしており、中間調においてもざらつきがほとんど観察されなかった。

【0147】（具体例7）この具体例7は、安定化して配向軸を軸対称状にするために、絵素部中央に設けられる凸部が垂直配向性材料で形成されている場合である。

【0148】ガラス基板（1.1mm厚み）上にITO（酸化インジウムおよび酸化スズの混合物、厚さ500オングストローム）を透明電極として有する基板を使用した。図29に示すように、この基板51上に、絵素部中央に島状の垂直配向性レジスト（JALS204に硬化性材料を添加したレジスト）を用いて凸部52を形成し、この垂直配向性の凸部52を囲むように、レジスト材料（OMR83：東京応化社製）を用いて絵素部外に第1の壁53を形成した。このとき、レジスト下には、Mo薄膜による遮光層を設けて第1基板とした。

【0149】また、他方の基板54上に、AL4552（日本合成ゴム社製）を塗布し、これにラビング処理を行わずに配向膜55を形成して第2基板とした。

【0150】これら両基板を用いて、5μmのスペーサによりセル厚を保たせることによりセルを構成した。このセル中に、R-684（日本化薬社製）が0.1g、p-フェニルスチレンが0.1g、上記した（化2）の化合物が0.06g、液晶材料としてZLI-4792（メルク社製：S-811を0.4重量%含有）が3.74g、および光開始剤Irgacure651が0.02g混合した混合物を作製して注入を行った。

【0151】その後、110℃に温度を保って、一度室温まで冷却し、透明電極間に実効電圧5V：60Hzの電圧を印加しながら、再度60℃～50℃に加熱し、この温度で電圧のON-OFFを行って軸対称配向に揃えた。さらに、この状態から7時間かけて30℃の温度まで冷却した。

【0152】この状態で、各絵素の配向状態が軸対称状になっており、凸部に垂直配向性材料を用いた本具体例7のセルが、軸対称性配向の安定性を向上させる効果があることがわかる。この状態において、第1基板側から高圧水銀ランプ下2mW/cm²の所で20分間紫外線光を照射して樹脂を硬化させた。

【0153】この状態から温度を室温以下に下げて、液晶と未反応の光硬化性樹脂の分離を進めてさらに紫外線照射してもよい。

【0154】このようにして作製した液晶セルを、偏光顕微鏡で観察したところ、一区画毎に、図30に示すようにモノドメイン状態で、かつ、レジストの島（垂直配向性材よりなる凸部）を中心に液晶分子が軸対称状に配向していた。また、ほとんどの液晶領域において軸対称状配向を達成した。

【0155】また、作製した液晶セルの上下に互いに直交する2枚の偏光板を張り合わせて高分子壁に囲まれた液晶領域を有する液晶表示素子を作製した。また、作製した液晶セルを電圧印加しながら、偏光顕微鏡で観察したところ、電圧印加時においてもディスクリネーションラインが発生せず全体に黒くなっていくことが観察された。さらに、作製した液晶セルの電気光学特性およびざらつきの評価については下記の(表2)に示している。*

	具体例7	具体例8	具体例9
電圧Off時の光線透過率、%	78	79	77
中間調における反転現象	○	○	○
ざらつき	なし	なし	なし

【0157】ただし、この(表2)において、中間調における反転現象の項目では、○印が反転現象が起こらない状態を示している。

【0158】(具体例8) この具体例8は、具体例7の液晶セルを製造する方法として高温露光—徐冷法を用いた場合である。

【0159】上記具体例7と同様のセルに液晶材料と光硬化性樹脂材料を含む混合物を注入し、このセルを混合物の均一化温度である110℃に加熱した。その後、110℃の温度を保って、透明電極間に実効電圧2.5V:60Hzの電圧を印加しながら、第1基板側から高圧水銀ランプ下10mW/cm²の所で4分間紫外線光を照射して硬化性樹脂を硬化させた。さらにその後、50℃~60℃で電圧のON(液晶が動作する電圧以上)—OFFを繰り返し、さらに、2時間かけて30℃の温度まで冷却し、さらに、室温(25℃)に戻してからさらに同じ紫外線照射装置で硬化性樹脂の硬化を完璧なものにした。

【0160】このようにして作製した液晶セルの電気光学特性およびざらつきの評価については上記(表2)に示している。

【0161】(具体例9) この具体例9は、絵素部中央に設けられる垂直配向性凸部の島が上下基板両面に設けられている場合である。

【0162】図31に示すように、上記具体例7の第1基板と同様に垂直配向性の凸部57である島を設け、この第1基板の島の部分の位置に合わせて、第1基板に対向する第2基板の配向膜上にも垂直配向性の凸部58である島を設けた。このようにして、具体例7と同様に液晶セルを作製した。作製した液晶セルを用いた液晶表示素子は、液晶領域内で、液晶分子が軸対称状に安定して配向をしており、中間調においてもざらつき現象は見られなかった。

【0163】このようにして作製した液晶セルの電気光学特性およびざらつきの評価については上記(表2)に示している。

*下記の(表2)から本具体例7の液晶セルは、TNセルで見られるような反転現象は見られず、電圧飽和時の広視角方向での透過率の増加も見られない。本測定では、偏光軸を互いに平行にした2枚の偏光板をブランク(透過率100%)として測定した。さらに、中間調においてもざらつきは観察されなかった。

【0156】

【表2】

【0164】したがって、上記具体例7~9では、1絵素内に液晶分子が絵素の中心部を中心に軸対称状に配向した液晶表示素子であり、液晶分子が全方位的に配向するために、従来の液晶表示素子で問題となっていた視角方向によるコントラストの悪化を改善することができ、さらに、絵素の中央部に垂直性の島を形成することにより軸対称性が安定化し、各絵素内の軸対称状配向の軸の位置を明確に決定することができ、視角を変化させたときに見られるざらつきを低減することができ、均一でコントラストの高い広視角液晶素子を提供することができる。

【0165】なお、上記具体例7~9では絵素の中央部に垂直配向性の島である凸部を設けた場合に付いて説明したが、この凸部は凹部であってもよく、また、両方が組み合わされていても良い。

【0166】(具体例10) この具体例10は、安定して配向軸を軸対称状にする凹部または凸部を有する基板にアクティブ駆動素子を含み、その対向基板にカラーフィルター基板を用い、相分離時にソース信号、ゲート信号および対向電圧のタイミング電圧を印加する場合である。

【0167】図27および図28に示すように、ガラス基板46上にCrを蒸着パターンニングしてゲート配線44を形成した。次に、プラズマCVD装置で、ゲート絶縁膜となるように、アモルファスシリコン膜を堆積し、レーザーアニールによって、アモルファスシリコンを多結晶化した。この多結晶化シリコンを島状にパターンニングして半導体層とした。この上にPをドーパしたアモルファスシリコンをプラズマCVDで堆積し、半導体層を覆うようにパターンニングした。さらに、ITOを蒸着してパターンニングし、絵素電極とした。さらに、Cr、Alを蒸着して、所定の形状にパターンニングした。さらに、Al、Cr、Pドーパアモルファスシリコンの順にエッチングして、ソース・ドレイン電極とした。さらに、窒化シリコン膜をプラズマCVDで堆積して保護膜とした。基板の周辺部の保護膜をエッチングし電極取り

出し部を形成し、TFT基板とした。この基板にレジスト材料(OMR83)をスピンコートで塗布の後、絵素電極領域が遮光部分で、絵素中心の直径 $10\mu\text{m}$ の領域が透過部となる遮光マスクを、レジストを塗布した基板に重ねて、マスク側から紫外線光を照射し、未硬化の部分をエッチングすることによって、絵素電極以外の領域の壁47と絵素電極の中心部に直径 $10\mu\text{m}$ のレジストの島パターンである凸部48を形成した。

【0168】このように、この第1基板の液晶領域側表面に島パターンの凸部(または凹部)が設けられ、液晶領域内で液晶分子が凸部近傍を基板に垂直な軸部として軸対称状に配向可能となる。

【0169】また、第2基板は、図24および図25に示すように、上記第1基板の絵素に対応した領域の間に遮光膜32を形成し、次いで、絵素領域に樹脂層を設け、規則的にRGBに着色したカラーフィルター部33とした。この第2基板に、レジスト材料(OMR83)をスピンコートで塗布し、カラーフィルター部33以外の領域が透光部となる遮光マスクをこの基板に重ねて、マスク側から紫外線光を照射し、未硬化の部分をエッチングすることによって、カラーフィルター部33以外の領域をレジスト樹脂34で埋めて平坦化した。つまり、第2基板にカラーフィルター部33が設けられ、このカラーフィルター部33を形成した基板31の絵素領域以外の凹部がレジスト樹脂34で埋められて平坦化される。

【0170】このように、絵素内で液晶分子が軸対称状に配向可能な液晶表示素子において、少なくとも一方の基板(具体例10の場合は第2基板)が平坦化されている。このようにして、作製した第1基板と第2基板を、 $6\mu\text{m}$ のスペーサーによってセル厚を確保することによってセルを作製した。これら第1基板と第2基板は、指定の場所を電気的に接続するために、指定場所は、レジストを形成しておらず、ITO電極になっており、カーボンペースト(TU-100-5S;アサヒ化学製)で電気的に接続した。作製したセルに、具体例1で用いたものと同様の、液晶材料と硬化性樹脂材料を含む混合物を注入した。この注入されたセルを、 110°C に保って、かつ、ソース電極、ゲート電極、対向電極に図32に示す信号電圧を対向電極の電位を基準にして、ソース電極に周波数 60Hz 、 $\pm 2.5\text{V}$ 、デューティ $1/2$ の矩形波、ゲート電極にソース電極と同期させて周波数 120Hz 、 $+10\text{V}$ の時間範囲が $60\mu\text{s}$ 、その他の時間範囲は、 -16V の矩形波を印加しながら、第1基板側から高圧水銀ランプの光強度 $10\text{mW}/\text{cm}^2$ で紫外線光を照射して硬化性樹脂を硬化させた。その後、5時間をかけて 40°C まで冷却し、さらに、室温(25°C)に戻してからさらに同じ紫外線照射装置で硬化性樹脂の硬化を完璧にした。

【0171】このようにして作製した液晶セルを、偏光

顕微鏡で観察したところ、絵素毎に、図2に示すようにモノドメイン状態で、かつ、レジストの島を中心に液晶分子が軸対称状に配向していた。ほとんどの液晶領域において軸対称状配向を達成した。その証拠は、互いに直交する2枚の偏光板を固定し、作製した液晶セルを回転させたところ、液晶領域のシュリーレン模様的位置が一定で、周りの高分子壁だけが回転しているように観察されたことによるものである。

【0172】さらに、作製した液晶セルの上下に互いに直交する2枚の偏光板を張り合わせて、高分子壁に囲まれた液晶表示素子を作製した。また、作製した液晶セルを電圧印加しながら、偏光顕微鏡で観察したところ、電圧印加時においてもディスクリネーションラインが発生せず全体に黒くなっていくことが観察された。この液晶セルは、TNセル(比較例1)で見られるような反転現象は見られず、電圧飽和時の広視角方向での透過率の増加も見られない。本測定では、偏光軸を互いに平行にした2枚の偏光板をブランク(透過率 100%)として測定した。さらに、中間調においてもざらつきは、観察されなかった。

【0173】したがって、凹部または凸部を形成した基板とカラーフィルターとの間隙は、カラーフィルター部の間が凹部となっているので、液晶と硬化性樹脂の相分離時に、セル厚の厚い部分に液晶が析出するために、液晶滴内の液晶分子の配向が、この凹部で乱されて軸対称になりにくい。この部分をレジストで埋めてカラーフィルターを平坦化することによって、液晶と硬化性樹脂の相分離時に、液晶滴内の液晶分子の配向を乱す原因を排除することができて、液晶の出現場所をカラーフィルターの対向側の凸部に限定することができる。また、アクティブ駆動素子およびアクティブ駆動素子の配線部分が多重積層されて段部が付いており、液晶滴内の液晶分子の配向が、この段部で乱されて軸対称になりにくいのが、この段部を樹脂で埋めて平坦化することによって、液晶の出現場所を上記凹部または凸部に限定することが可能となる。

【0174】また、アクティブ駆動素子のゲート駆動信号電圧がソース駆動信号電圧に同期しており、かつゲート駆動信号電圧の周期がソース駆動信号電圧の周期の $1/2$ で、ゲート駆動信号電圧のパルス幅がソース駆動信号電圧の周期の 2 分の 1 以下で電圧を印加しながら樹脂を硬化する。絵素電極の近傍にはゲート信号配線があり、ゲート信号電圧の電位が絵素電極近傍の電位に影響を与えている。ソース駆動信号電圧が絵素電極に印加されている時間に比べてゲートに印加される信号電圧の時間が短くなると絵素電極近傍の電位に影響が少なくなる。従って、絵素電極と同じ基板上のゲート配線との間にある電位差が緩和され、液晶分子がゲート配線の電位の影響を受けて軸対称配向が乱れてしまうようなことはなくなる。

【0175】以上のように、各絵素内の軸対称状配向の軸の位置を明確に決定することができ、視角を変化させたときに見られるざらつきを低減することができ、均一でコントラストの高い広視角液晶素子を提供することができる。

【0176】（実施例2）本実施例においては、液晶分子の配向の対称軸の位置を制御するための凹部をカラーフィルター部に簡便に形成する方法について説明する。

【0177】（カラーフィルター基板の作製方法）図33(a)～(e)を参照しながら、本実施例のカラーフィルター基板60の製造工程を説明する。

【0178】まず、図33(a)に示すように、基板62上にカラーフィルター63を形成する。カラーフィルター63は、赤(R)、緑(G)、及び青(B)にそれぞれ対応するカラーフィルター部63a、63b及び63cを有している。カラーフィルター部63a、63b及び63cのそれぞれは、絵素に対応するように形成される。本発明では、カラーフィルター63を形成する方法は特に限定されず、電着法、フィルム張り付け法、印刷法、カラーレジスト法などが使用され得る。次に、図33(b)に示すように、基板62上に、レジスト64を塗布する。その後、図33(c)に示すように、絵素外（カラーフィルター部以外の領域）にレジストが残るように露光、現像を行う。作製された基板62上のレジストからなる凸状壁65は、絵素部分（カラーフィルター部）よりも液晶層側に突き出ていることが重要である。

【0179】図33(d)に示すように、この凸状壁65を有する基板62上に、薄いオーバーコート層66を形成する。レジストからなる凸状壁65の為に、液状のオーバーコート剤の表面張力（メニスカス）により、カラーフィルター部63a、63b及び63c上に、凹部（すり鉢状の）が形成される。さらに、図33(e)に示すように、基板62上に形成されたオーバーコート層66上に、透明電極67を形成する。必要に応じて、透明電極67上に絶縁層や配向膜を形成してもよい。このようにして、カラーフィルター基板60が得られる。

【0180】（オーバーコート材）凹部を作製する材料としては、通常のオーバーコート材料を使用できる。本発明では、オーバーコート層は、その上に透明電極を形成し、液晶セル内に最終的に残して使用される。従って、耐熱性に優れたポリイミド、エポキシアクリレートなどをオーバーコート材として使用することが好ましい。

【0181】（絵素内のドメイン数）絵素内のドメイン数は、出来るだけ少ないことが好ましい。一絵素内に多数のドメインが存在すると、ドメイン間にディスクリネーションラインが形成され黒レベルを低下させる。ドメイン内で液晶分子が軸対称状に配列している単一のドメインで絵素部分が覆われていることが好ましい。この場合、電圧印加時にディスクリネーションラインがドメイ

ンの外周上に形成されるので、絵素部分にディスクリネーションラインが入り込むことがほとんど起こらない。

【0182】また、図3に示すように、長方形の絵素13を有するカラー液晶表示素子を実実施例に従って作製する場合、ドメイン内で液晶分子が軸対称状に配列している単一の液晶ドメイン14が少なくとも2個集まった液晶領域8を形成してもよい。この場合、絵素13内の2つの液晶ドメイン14に対応するように2つのカラーフィルター部を形成する。その後、図33(a)～

(e)の工程に従って、絵素13内の2つの液晶ドメイン14に対応して、液晶分子の配向の対称軸の位置を制御する凹部を形成することができる。また、凸状壁65を形成する材料に遮光性を付与することによって、凸状壁65をブラックマスク(BM)として機能させることもできる。

【0183】（基板材料）基板62の材料としては、可視光を透過する透明固体であればよく、ガラス、石英、プラスチックなどを用いることができる。

【0184】（具体例11、比較例3、4）

(1) カラーフィルター基板の作製

①カラーフィルター基板60の作製（具体例11）

図33(a)～(e)に示した方法に従って、カラーフィルター基板60を作製する。

【0185】ガラス基板62（1.1mm厚）上にカラーレジストを使用し、R、G、Bに対応したカラーフィルター部63a、63b及び63cを各絵素に形成する。この基板62上に、レジスト64（V259PA：新日鉄化学（株）社製）を塗布し、絵素外にレジストが残るように露光及び現像を行う。作製された基板上のレジストからなる凸状壁65は、絵素部分より、約1μm突き出るように調整する。この凸状壁65を有する基板62上に、薄いオーバーコート層66（V259＝新日鉄化学（株）社製）を形成し、すり鉢状の凹部を形成する。さらに、この基板62上に、透明電極67（ITO（酸化インジウムおよび酸化スズの混合物、厚さ5.0nm））を形成し、さらに、その上に絶縁膜（SiO₂）を形成する。

【0186】②カラーフィルター基板70の作製（比較例3）

図34に示すカラーフィルター基板70を以下のようにして作製する。上記の具体例11用のカラーフィルター基板60と同様に、ガラス基板62上にカラーフィルター63を形成した後、その上にオーバーコート層66を厚く形成する。オーバーコート層66の表面を研磨し、平らな表面を有するカラーフィルター70を作製する。このオーバーコート層66の上に、透明電極67を形成することによって、カラーフィルター基板70を作製した。

【0187】③カラーフィルター基板80の作製（比較例4）

図 35 に示す従来例のカラーフィルター基板 80 を以下のように作製した。カラーフィルター基板 80 は、隣接するカラーフィルター部 63 の間に凹部を有する。

【0188】まず、上記カラーフィルター基板 60 と同様に、ガラス 62 上に基板カラーフィルター部 63 を形成する。隣接するカラーフィルター 63 の間をレジスト材料で埋めることなく、その上にオーバーコート層 66 を薄く形成した。オーバーコート層 66 は薄いので、カラーフィルター部 63 の間に凹部が形成される。このオーバーコート層 66 の上に、透明電極 67 を形成することによって、カラーフィルター基板 80 を作製した。

【0189】(2) TFT 基板の作製

TFT を有する基板 (TFT 基板) 上の絵素の周囲に、レジスト材料 (OMR 83 : 東京応化社製) を用いてレジスト壁を形成した。このレジスト壁内には、セル厚を一定に保つためのビーズが、レジスト壁の外にビーズ表面が出ないように混入されている。

【0190】(3) TFT セル作製 (貼り合わせ)

上記のようにして作製したカラーフィルター基板 60、70 及び 80 と TFT 基板を使用して、それぞれ具体例 11、比較例 3 及び比較例 4 の液晶セルを作製した。

【0191】(4) 軸対称配向の作製

R-684 (日本化薬社製) 0.1g と p-フェニルスチレン 0.1g と (化 2) で表される化合物 0.06g、さらに液晶材料 ZLI-4792 (メルク社製 : S-811 を 0.4 重量% 含有) 3.74g と光開始剤 Irgacure 651 を 0.02g 混合し、紫外線硬化性樹脂と液晶の混合物を得た。得られた混合物を上記の液晶セル中に注入をした。

【0192】その後、100℃に温度を保ってセル内の混合物を均一状態 (相溶状態) にしてから、温度を低下することによって相分離を起こした。相分離した液晶相が絵素全体に広がってから、温度を上昇させ、液晶領域の大きさが絵素の 1/4 程度になった状態で、電極間に実効電圧 5V : 60Hz の電圧を印加し、その後、徐々に電圧を降下させた。この状態で、液晶領域内の液晶分子の配向は、軸対称な配向状態となった。

【0193】具体例 11、比較例 3 及び比較例 4 のそれぞれの、液晶相が析出するとき様子を図 36 (a) ~

(c) に示す。液晶領域はセル厚の厚い部分に集まる傾向にあるので、具体例 11 では、図 36 (a) に示すように絵素の中央に液晶領域が形成される。比較例 3 では、図 36 (b) に示すように絵素内ではあるが、液晶領域が形成される位置が定まらず、絵素毎にランダムな位置に液晶領域が形成される。比較例 4 では、絵素外に液晶領域が集まりやすく、液晶領域が部分的に絵素にかかっている状態となった。

【0194】さらに、その後、室温まで温度を下げ、TFT 基板側から高圧水銀ランプを用いて、2mW/cm² の紫外線を 30 分間照射して、紫外線硬化性樹脂を硬

化させた。

【0195】得られたセルを偏光顕微鏡で観察した結果を図 37 (a) ~ (c) に示す。具体例 11 では、図 37 (a) に示すように、液晶分子の配向の対称軸の位置が全て絵素について、絵素の中央部に制御されている。比較例 3 では、数%の絵素において、液晶分子の軸対称配向の対称軸が大きくずれているものが観測された。このような配向状態の違いの結果、具体例 11 では、ざらつきは観察されず、良好な表示品質が得られた。比較例 3 では、中間調状態で、かつ、視角を倒したときに、ざらつきが観測された。比較例 4 では、液晶分子が軸対称配向している絵素の数が全体の絵素の 30% 程度しかなく、非常にざらついた表示となった。

【0196】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、液晶領域内の液晶分子が軸対称状に配向しているので、従来の液晶表示素子において問題となっていたコントラスト変化を改善することができる。また、各絵素内の対称軸位置を制御することができ、基板に垂直な対称軸とすることができ、視角を変化させた時に見られるざらつきを低減することができ、均一でコントラストの高い広視角の液晶表示素子を得ることができる。さらに、ディスクリネーションラインを絵素外に形成し、または見え難くすることができるので、表示品位を向上させることができる。

【0197】また、絵素の中央部に垂直配向性の島である凹部や凸部を形成することにより、軸対称性が安定化し、各絵素内の軸対称状配向の軸の位置を明確に決定することができ、視角を変化させた時に見られるざらつきを低減することができ、均一でコントラストの高い広視角液晶素子を提供することができる。

【0198】さらに、電極基板の対向側表面を平坦化することによって、液晶滴内の液晶分子の配向を乱す原因を排除してその配向を凹部または凸部に限定することができる。例えば電極基板にカラーフィルターを含む場合には、カラーフィルター間の凹部を樹脂で埋めてカラーフィルター間を平坦化することによって、液晶の出現場所をカラーフィルターの対向側の上記凹部または凸部に限定することができる。また、例えば電極基板にアクティブ駆動素子を含む場合には、このアクティブ駆動素子およびアクティブ駆動素子の配線部分が多重積層されて段部が付いており、この段部を樹脂で埋めて平坦化することによって、液晶の出現場所を上記凹部または凸部に限定することができる。したがって、各絵素内の軸対称状配向の軸の位置を明確に決定することができ、視角を変化させた時に見られるざらつきを低減することができ、均一でコントラストの高い広視角液晶素子を提供することができる。

【0199】さらに、本発明による液晶表示素子は、絵素毎に設けられたカラーフィルター部に凹部を有するの

で、液晶分子が絵素の中心部を中心に軸対称状に配向する。カラーフィルター部に凹部を形成することによって、各絵素内の液晶分子の軸対称状配向の軸の位置を均一に制御することができるので、視角を変化させたときに見られるざらつきを低減することができ、均一でコントラストの高い広視角液晶表示装置を提供することができる。さらに、本発明によるとカラーフィルター部を通常のカラーフィルター部の製造工程と同じ工程で製造できるので、コストパフォーマンスに優れている。

【0200】さらに、アクティブ駆動素子のゲート駆動信号電圧がソース駆動信号電圧に同期しており、かつゲート駆動信号電圧のパルス幅はソース駆動信号電圧の周期の2分の1以下である電圧を印加しながら樹脂を硬化するようにすれば、絵素電極と同じ基板上のゲート配線との間にある電位差が緩和され、液晶分子がゲート配線の電位の影響を受けて軸対称配向が乱れてしまうような従来の問題を解消することができる。したがって、各絵素内の軸対称状配向の軸の位置を明確に決定することができ、視角を変化させたときに見られるざらつきを低減することができ、均一でコントラストの高い広視角液晶素子を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の液晶表示素子の一実施例を示す断面図である。

【図2】本発明の一実施例である液晶表示素子の偏光顕微鏡による観察図である。

【図3】本発明の他の実施例である液晶表示素子の偏光顕微鏡による観察図である。

【図4】(a)および(b)は、本発明の液晶表示素子の他の実施例を示す断面図である。

【図5】具体例4の液晶セルを示す断面図である。

【図6】本発明の液晶表示素子の他の実施例を示す断面図である。

【図7】本発明の液晶表示素子の他の実施例を示す断面図である。

【図8】本発明の液晶表示素子の他の実施例を示す断面図である。

【図9】本発明の液晶表示素子の他の実施例を示す断面図である。

【図10】(a)および(b)は、本発明の液晶表示素子の他の実施例を示す断面図である。

【図11】実施例1の液晶セルを示す断面図である。

【図12】具体例2の液晶セルを示す断面図である。

【図13】図3の液晶表示素子における一方の基板の作製過程を示す断面図である。

【図14】(a)は具体例6の液晶セルを示す平面図であり、(b)は液晶セルの作製過程を示す断面図である。

【図15】均一相から液晶相が析出してくる状態を示す模式図である。

【図16】具体例1の液晶表示素子の電気光学特性を示す図である。

【図17】比較例1の液晶表示素子の電気光学特性を示す図である。

【図18】具体例3の液晶セルを示す断面図である。

【図19】具体例5の液晶セルを示す平面図である。

【図20】比較例2の液晶セルを示す断面図である。

【図21】(a)および(b)は、比較例2の液晶セルの偏光顕微鏡による観察図である。

【図22】(a)および(b)は、広視角モードおよびTNモードの液晶表示素子の視角によるコントラスト変化を説明するための図である。

【図23】液晶分子の配向の対称軸のずれによるざらつきを説明するための図である。

【図24】本発明におけるカラーフィルター基板にレジストパターンを形成した平面図である。

【図25】図24のCC'断面図である。

【図26】本発明のモードにおける軸対称配向モデルを示す断面モデル図である。

【図27】本発明におけるアクティブ素子付き基板にレジストパターンを形成した平面図である。

【図28】図27のAA'断面図である。

【図29】具体例7の液晶セルを示す断面図である。

【図30】具体例7の液晶セルの偏光顕微鏡による観察図である。

【図31】具体例9の液晶セルを示す断面図である。

【図32】相分離時に具体例10の液晶表示素子の絵素電極に印加するソース信号、ゲート信号および対向電圧のタイミング図である。

【図33】本発明のカラーフィルター基板の作製工程を示す図である。

【図34】表面を平坦化したカラーフィルター基板の断面図(比較例3)である。

【図35】従来のカラーフィルター基板の断面図(比較例4)である。

【図36】具体例11、比較例3、4の液晶セル作製過程での液晶領域の形成位置を示す模式図である。

【図37】具体例11、比較例3、4の液晶セルを偏光顕微鏡観察結果を示すモデル図である。

【符号の説明】

1、1a、2 透明基板

3 絵素電極

4 凸部

5 第1の壁

6 対向電極

7 高分子壁

8 液晶領域

9 液晶分子

10 ディスクリネーションライン

11 消光模様

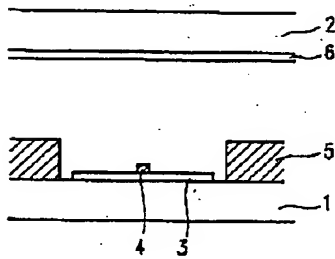
37

- 12 中央ディスクリネーション点
 13 絵素
 14 液晶ドメイン
 15 凹部
 16、16a、17 配向膜
 18 配向の対称軸
 19 硬化性樹脂と液晶との混合相
 20 レジスト膜
 21a 黒色レジスト
 31、46、51、54 ガラス基板
 32 遮光膜

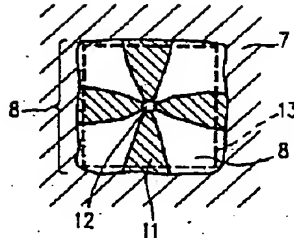
38

- 33 カラーフィルター部
 34 レジスト樹脂
 41 配向の対称軸
 42 液晶分子
 43 TFT
 44 ゲート配線
 45 ソース配線
 47 絵素電極以外の領域の壁
 48、52、57、58 凸部
 53 第1の壁
 55 配向膜

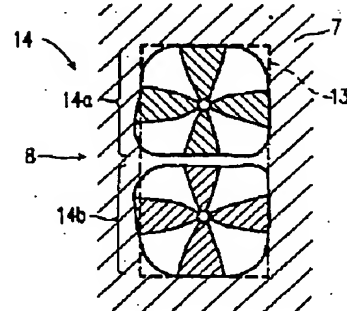
【図1】



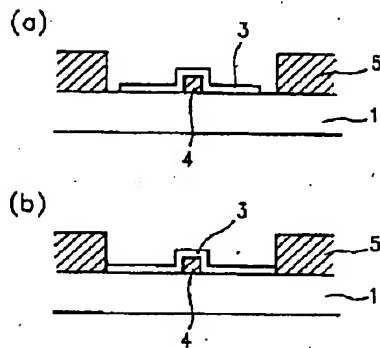
【図2】



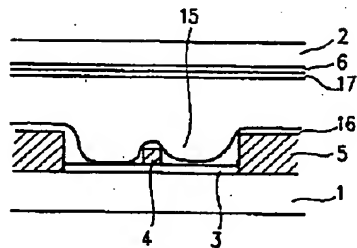
【図3】



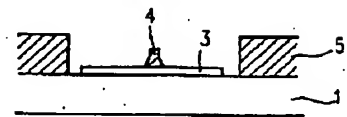
【図4】



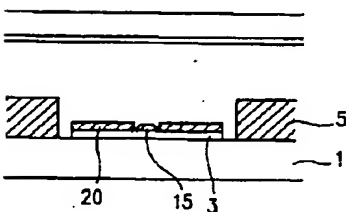
【図5】



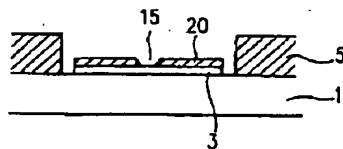
【図6】



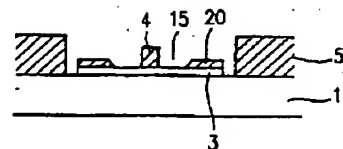
【図7】



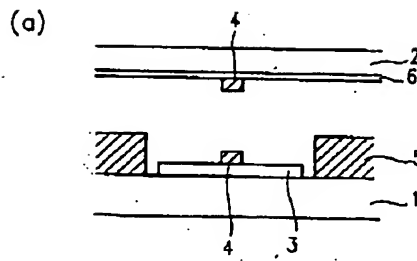
【図8】



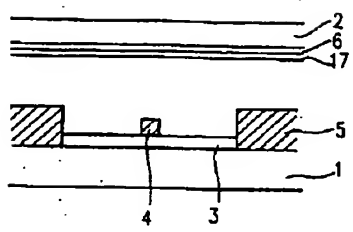
【図9】



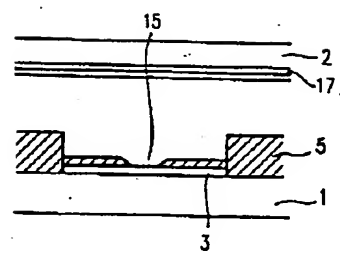
【図10】



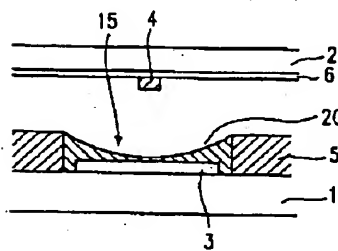
【図11】



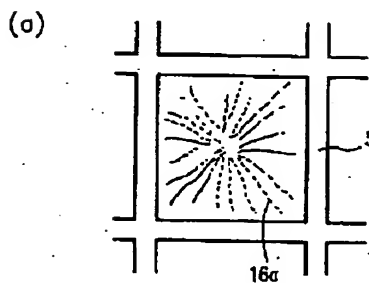
【図12】



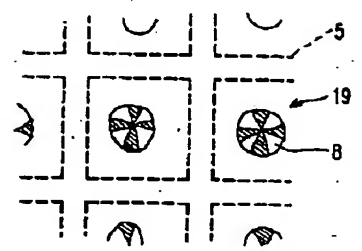
(b)



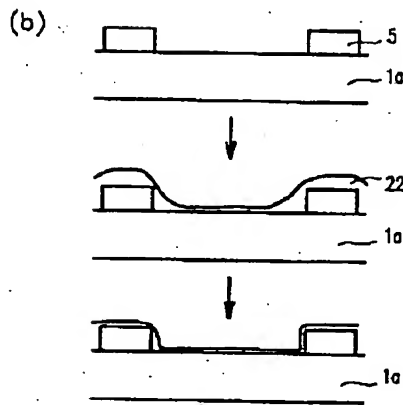
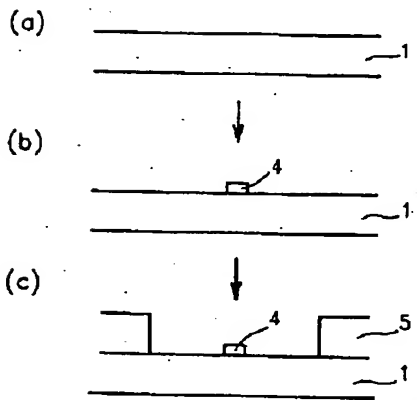
【図14】



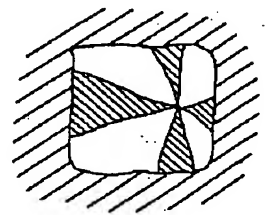
【図15】



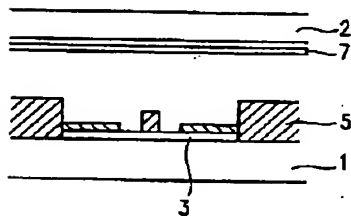
【図13】



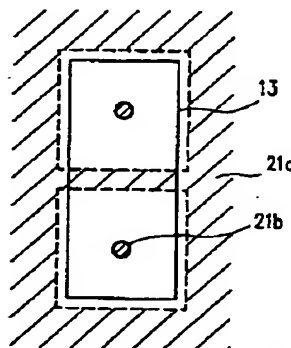
【図23】



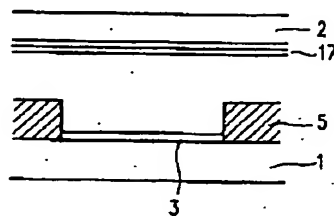
【図18】



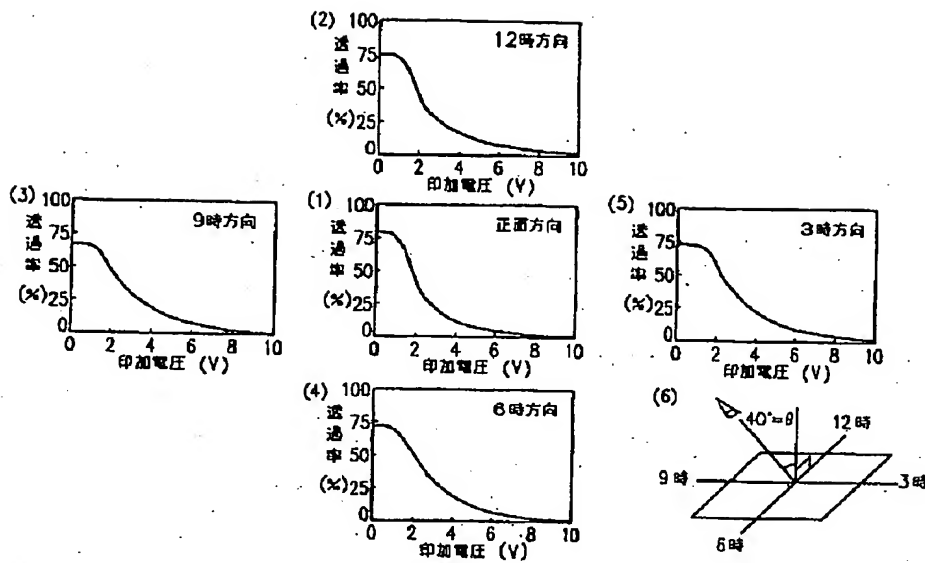
【図19】



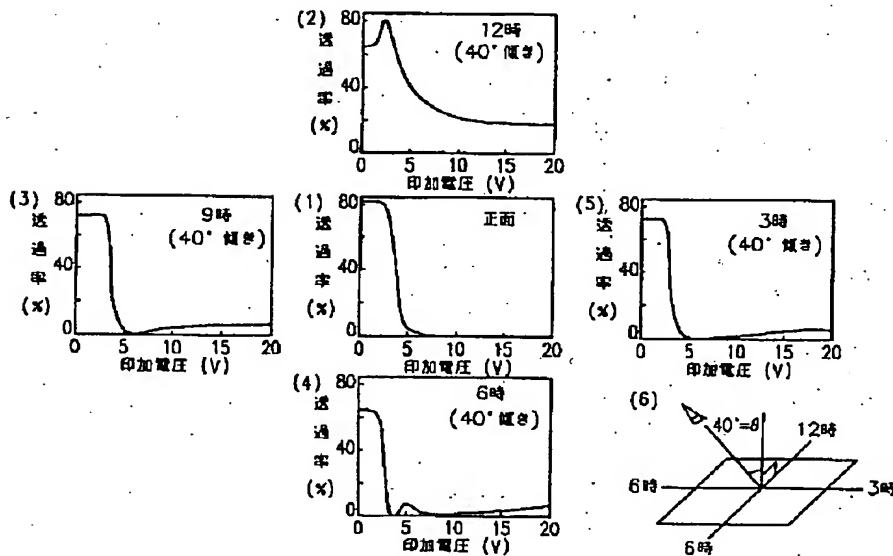
【図20】



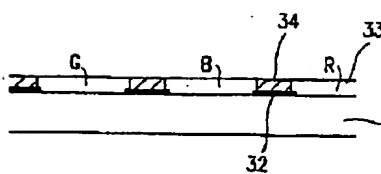
【図 16】



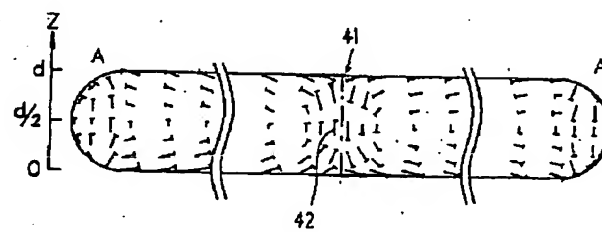
【図 17】



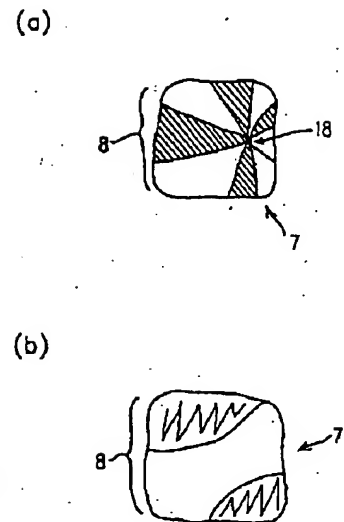
【図 25】



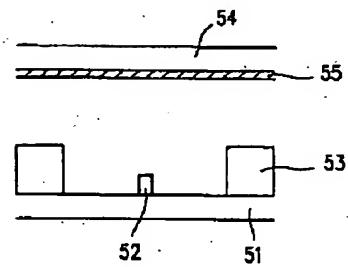
【図 26】



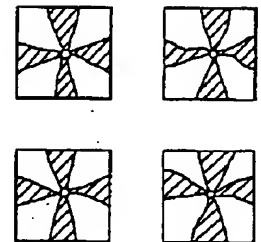
【図 21】



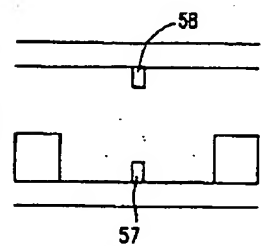
【図 29】



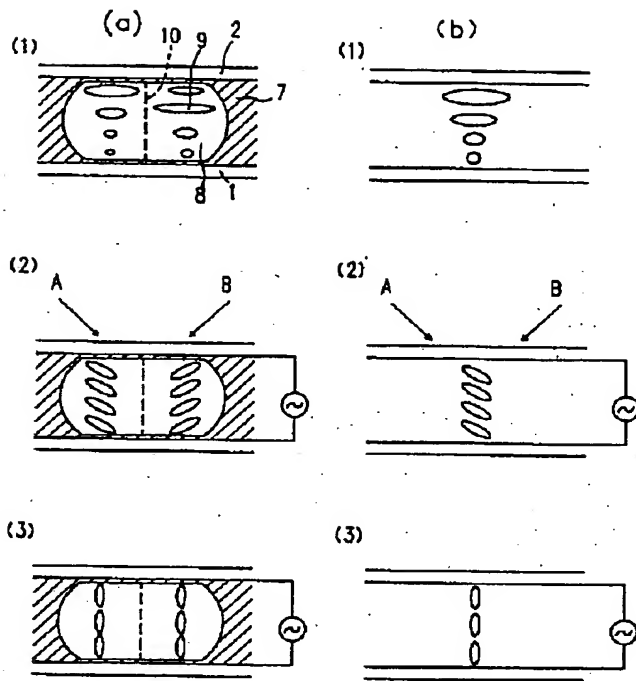
【図 30】



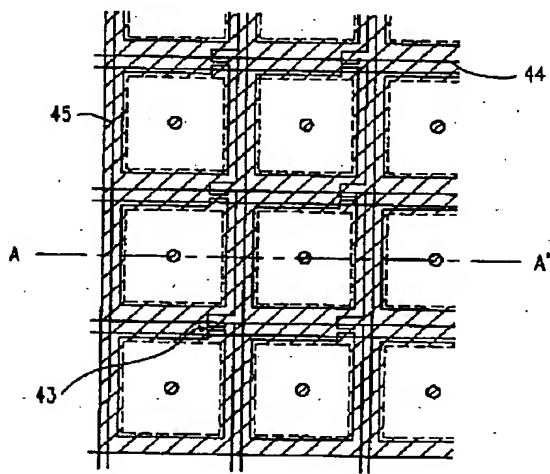
【図 31】



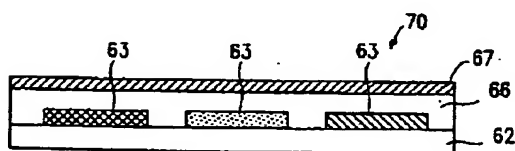
【図22】



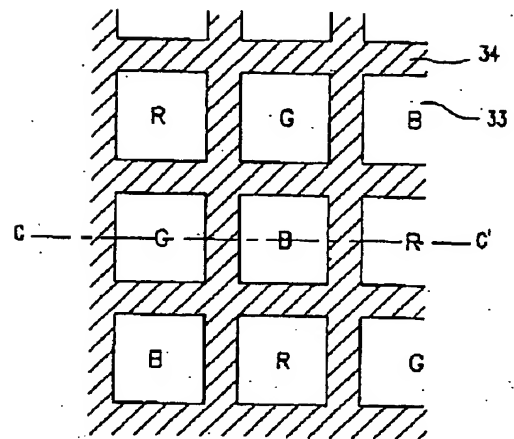
【図27】



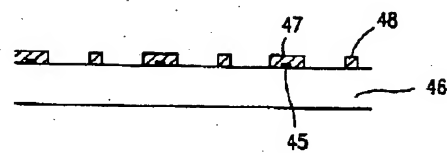
【図34】



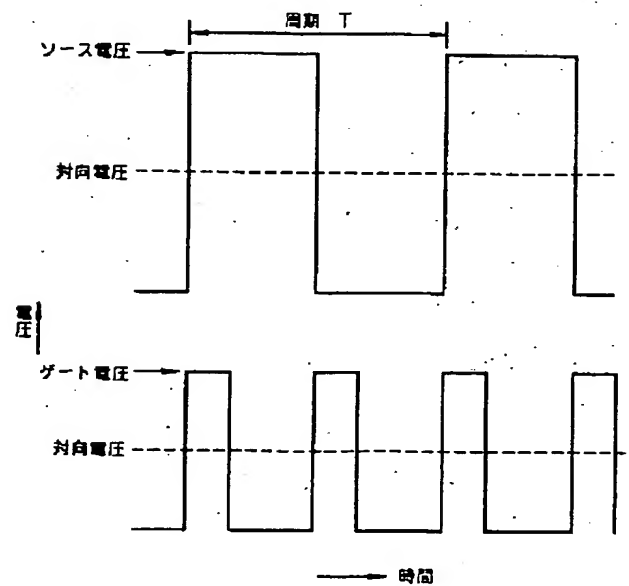
【図24】



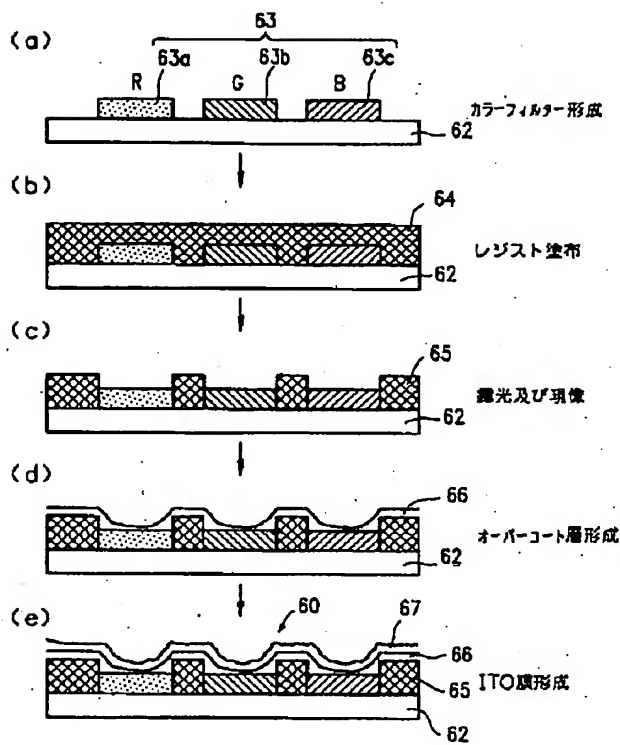
【図28】



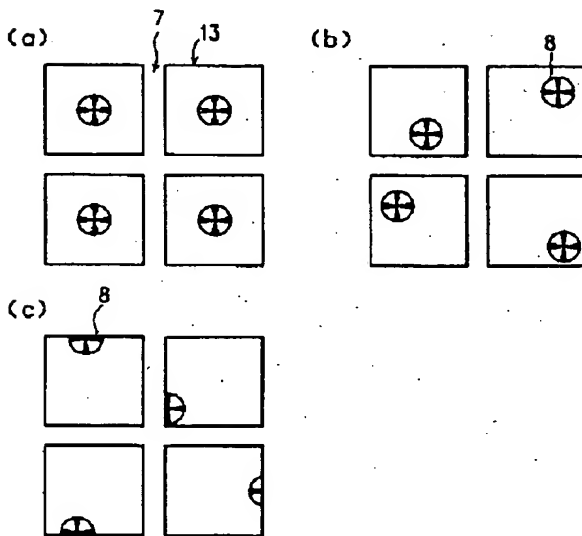
【図32】



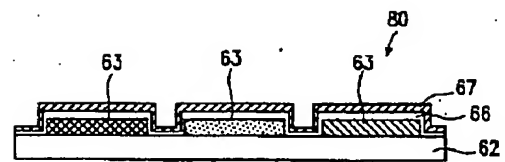
【図 33】



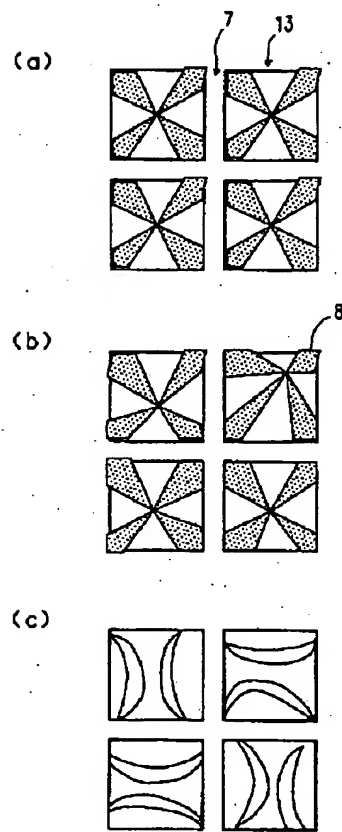
【図 36】



【図 35】



【図 37】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶
G 0 2 F 1/136

識別記号 庁内整理番号
5 0 0

F I
G 0 2 F 1/136

技術表示箇所

5 0 0